

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**
 Отделение **электронной инженерии**

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Компактные клещи для контактной точечной сварки.

УДК 621.791.763.1.03-022.52:621.881.44

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ71	Кузнецов Михаил Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.С. Киселев	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец А.С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Фадеева В.Н.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Дашковский А.Г.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.С. Киселев	К.Т.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП 15.04.01

Код результата	Результат обучения
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Способность применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания при создании новых конкурентоспособных технологий изготовления деталей и сборки машин с применением компьютерных технологий
P2	Способность ставить и решать инновационные инженерные задачи с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P3	Способность разрабатывать методики и организовывать проведение теоретических и экспериментальных исследований в области технологии машиностроения с использованием новейших достижений науки и техники
P4	Способность проводить маркетинговые исследования, используя знания проектного менеджмента, участвовать в создании или совершенствовании системы менеджмента качества предприятия
P5	Способность работать в многонациональном коллективе над междисциплинарными проектами в качестве исполнителя и руководителя
P6	Способность подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, методическую документацию, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P9	Применять глубокие знания в области конструирования сборочно-сварочных приспособлений, механизации и автоматизации сварочных процессов с учетом специфики технологии изготовления сварной конструкции
P10	Решать инновационные задачи по сварке специальных сталей, применению современных методов неразрушающего контроля с использованием системного анализа и моделирования процессов контроля
P11	Ставить и решать инновационные задачи по применению необходимого оборудования для контактной сварки, проектировать сварочные процессы с принципиально новыми технологическими свойствами, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ А.С. Киселев
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ71	Кузнецову Михаилу Александровичу

Тема работы:

Компактные клещи для контактной точечной сварки.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №3646 от 13.05.19

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.05.19
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработать и спроектировать конструкцию компактных клещей для контактной точечной сварки.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования. 2. Постановка цели и задач исследования. 3. Конструкторская часть. 4. Результаты и обсуждение. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность. 7. Заключение.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж общего вида ФЮРА.683212.ВО. 2. Сборочный чертеж ФЮРА.683212.СБ. 3. Спецификация. 4. Чертеж станины ФЮРА.683212.001. 5. Чертеж верхнего хобота ФЮРА.683212.002. 6. Чертеж рычага направляющего ФЮРА.683212.003. 7. Чертеж электрододержателя ФЮРА.683212.004. 8. Чертеж фиксатора верхнего электрода ФЮРА.683212.005. 9. Чертеж нижнего хобота ФЮРА.683212.006. 10. Чертеж верхней колодки ФЮРА.683212.007. 11. Чертеж нижней колодки ФЮРА.683212.008. 12. Чертеж фиксатора нижнего электрода ФЮРА.683212.009. 13. Чертеж курка ФЮРА.683212.010. 14. Чертеж регулировочного болта ФЮРА.683212.011. 15. Чертеж верхнего рычага ФЮРА.683212.012. 16. Чертеж нижнего рычага ФЮРА.683212.013. 17. Чертеж диэлектрической пластины ФЮРА.683212.014. 18. Чертеж шины электрододержателя ФЮРА.683212.015. 19. Чертеж каркаса корпуса ФЮРА.683212.016. 20. Чертеж передней стенки корпуса ФЮРА.683212.017. 21. Чертеж задней стенки корпуса ФЮРА.683212.018. 22. Чертеж шарнира ФЮРА.683212.019. 23. Чертеж капролоновой шайбы ручки ФЮРА.683212.020. 24. Чертеж капролоновой шайбы ФЮРА.683212.021. 25. Чертеж капролоновой втулки ФЮРА.683212.022. 26. Чертеж крепления ручки ФЮРА.683212.023. 27. Чертеж ручки станины ФЮРА.683212.024. 28. Чертеж опоры станины ФЮРА.683212.025.

	29. Чертеж конденсаторной опоры ФЮРА.683212.026. 30. Чертеж электрода ФЮРА.683212.027.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Основная часть магистерской диссертации	Гордынец Антон Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фадеева Вера Николаевна
Социальная ответственность	Дашковский Анатолий Григорьевич
Часть магистерской диссертации на английском языке	Смирнова Ульяна Александровна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

2. Конструкторская часть.

2.1. Прочностной расчет элементов установки, обеспечивающих прямолинейную траекторию движения электрода.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2019
---	------------

Задание выдал руководитель/консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		30.01.2019
Ассистент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		30.01.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ71	Кузнецов Михаил Александрович		30.01.2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **15.04.01 Машиностроение**

Уровень образования **магистратура**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

13.05.2019

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.02.19	Литературный обзор	25
20.02.19	Состояние вопроса. Цели и задачи работы.	5
15.03.19	Конструкторская часть	30
07.04.19	Выводы	10
16.04.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
06.05.19	Социальная ответственность	10
08.05.19	Часть магистерской диссертации на английском языке	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		30.01.2019

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н.		30.01.2019

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		30.01.2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ71	Кузнецову Михаилу Александровичу

Школа	Неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы	Электронной инженерии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. Цена бронзового прутка БрХ 830 руб/кг; Цена стали 65Г за 1 т 28000 руб. Цена конденсаторов 6528 руб/шт. Тариф на электрическую энергию 3.5руб./КВтч.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	2. Вес клещей 10 кг; хоботы из БрХ 6 кг; корпус и рычаги из стали 65Г 2,5 кг; 4 конденсатора. Норма амортизации 10%. 30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	3. Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	1. Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ; определение возможных альтернатив проведения научных исследований
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	2. Определение этапов работ; определение трудоемкости работ.
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	3. Определение затрат на проектирование
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	4. Определение эксплуатационных затрат; расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. Диаграмма Гранта
7. График проведения и бюджет НТИ
8. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева В.Н.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ71	Кузнецов М.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ВМ71	Кузнецов Михаил Александрович

Школа	Неразрушающего контроля и безопасности	Отделение	Электронной инженерии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса)	Помещение с местной вытяжной вентиляцией воздуха, расположено на 1 этаже 3 эт, производственного корпуса. В помещении размещено оборудование для точечной, стыковой и шовной сварки; площадь помещения 52 м ² , размещено 4 РМ.
2. Отбор законодательных и нормативных документов по теме.	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	Анализ выявленных вредных факторов: – Запыленность и загазованность воздуха; – Температура поверхностей оборудования; – Микроклимат в помещении; – Освещенность рабочей зоны; – Уровень шума на рабочем месте.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:	Анализ выявленных опасных факторов: – Электробезопасность; – Брызги расплавленного металла и искры; – Опасные зоны подвижных частей оборудования.
3. Охрана окружающей среды:	Анализ воздействия объекта на: – Атмосферу (выбросы): воздействие на атмосферный воздух сварочных аэрозолей и газов; – Литосферу (отходы): металлическая стружка при зачистке электродов.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Вероятной ЧС является пожар; эвакуация, средства тушения
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности и социальной защиты работников на предприятии	– Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. – Правовые нормы трудового законодательства

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский Анатолий Григорьевич	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ71	Кузнецов Михаил Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 133 с., 16 рис., 32 табл., 24 источника, 31 лист графической части.

Ключевые слова: клещи для контактной точечной сварки, ядро сварной точки, электрод, качество сварного соединения, вылет электродов.

Объектом исследования является: разработка конструкции компактных клещей для контактной точечной сварки.

Цель работы – разработка и проектирование компактных клещей для контактной точечной сварки.

Проектирование клещей проводилось в программе компас 3D V17. Прочностной расчет всех элементов, испытывающих различные виды нагрузок производился с помощью эмпирических формул.

В результате были спроектированы клещи с преимуществами установок имеющих радиальную и прямолинейную траектории движения электродов и максимальным отклонением электрода 0,001 мм.

Характерными особенностями разработанных клещей являются технологичность в изготовлении, простота в использовании, большой вылет и прямолинейная траектория движения электрода.

Область применения: машиностроительная, в авторемонтных мастерских.

Разработанные клещи являются экономически более эффективными, так как сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии является более выгодным вариантом с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В будущем планируется: внедрить технологию в ОЭИ ИШНКБ ТПУ для обеспечения возможности проведения экспериментальных исследований процесса контактной точечной микросварки при высоких показателях стабильности параметров режима.

Оглавление	C.
Введение	12
1 Обзор литературы	13
1.1 Состояние вопроса. Цель и задачи работы	19
2 Конструкторская часть	22
2.1 Прочностной расчет элементов установки, обеспечивающих прямолинейную траекторию движения электрода	27
2.2 Прочностной расчет элементов привода сжатия	33
2.3 Проектирование корпуса клещей	38
2.4 Анализ конструкции разработанных клещей	39
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	41
3.1 Введение	41
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	41
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	42
3.1.3 FAST-анализ	45
3.1.4 SWOT – анализ	47
3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	52
3.2.1 Оценка готовности проекта к коммерциализации	53
3.2.2 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	54
3.3 Разработка устава научно-технического проекта	55
3.3.1 Планирование управления научно-техническим проектом	57
3.4 Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения исследовательской работы	60
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	60
3.4.2 Основная заработная плата	61
3.4.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	63
3.4.4 Отчисления на социальные нужды	63

3.4.5 Накладные расходы	64
3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.	64
3.5. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	65
4. Социальная ответственность	68
4.1 Введение	68
4.2. Описание рабочего места	68
4.3. Анализ выявленных вредных факторов	69
4.4. Анализ опасных факторов, создаваемых установкой при сварке	72
4.5 Мероприятия по обеспечению защиты исследователя от действия опасных и вредных факторов	76
4.6 Экологическая безопасность	79
4.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	81
4.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности и социальной защиты работников на предприятии	83
Заключение	87
Список использованных источников	88
Приложение А	90
Приложение Б	102
CD диск в конверте на обороте обложки	

Введение

Контактная сварка широко применяется в автомобильной, электронной, авиационной и строительной промышленности, вагоностроении и многих других отраслях народного хозяйства.

В связи с широкими возможностями точечной сварки и разнообразием конструкций свариваемых узлов и деталей, машины для контактной точечной сварки имеют различное конструктивное оформление и большой диапазон мощностей.

Для выполнения сварочных работ промышленностью выпускаются стационарные, переносные и подвесные контактные машины для точечной сварки с прямолинейным и радиальным ходом электродов.

В домашних условиях и в небольших мастерских востребована сварка деталей, толщина которых не превышает 1 мм. Поэтому возможности промышленного оборудования избыточны, а их применение экономически не целесообразно.

Необходимо разработать такие компактные клещи для контактной точечной сварки, применение которых позволило бы решить ряд существующих проблем в данном сегменте промышленности.

При разработке компактных клещей необходимо проанализировать и учесть достоинства и недостатки существующих типов машин для контактной точечной сварки и создать наиболее рациональную конструкцию.

1 Обзор литературы

В настоящее время контактная точечная сварка – является одним из основных способов контактной сварки в различных отраслях техники, на ее долю приходится до 80 % соединений, выполняемых контактными способами. Она отличается высокой степенью механизации, роботизации, автоматизации и, как следствие, высокой производительностью. Благодаря совершенствованию технологического процесса и модернизации оборудования, области ее использования непрерывно расширяются. По объему выпуска сварных изделий контактная сварка составляет около 30 % в общем объеме всех способов сварки. Среди механизированных и автоматизированных способов сварки контактная сварка занимает первое место [1].

Контактной сваркой успешно соединяют все конструкционные, легированные, жаропрочные и коррозионностойкие стали, титановые, алюминиевые, магниевые сплавы, бронзы, латуни, а также тугоплавкие сплавы и композитные материалы [2]. Толщина свариваемых деталей – от нескольких десятков микрон до 10 мм.

В связи с широкими возможностями точечной сварки и разнообразием конструкций свариваемых узлов и деталей, машины для контактной точечной сварки имеют различное конструктивное оформление и широкий диапазон мощностей. Но для сварки тонколистовых деталей, используемой в небольших мастерских и индивидуальными потребителями, с толщинами деталей до 1 мм, выбор оборудования ограничен.

Машины для точечной сварки можно классифицировать по следующим признакам:

- по назначению: универсальные и специализированные;
- по способу установки: стационарные и подвижные;

- по виду импульса сварочного тока: переменного тока, низкочастотные, конденсаторные, постоянного тока и др.;
- по направлению движения электродов: с прямолинейным (чаще вертикальным) ходом и радиальным ходом;
- по способу подвода тока к месту сварки: со стороны двух деталей и со стороны одной детали;
- по числу одновременно свариваемых точек: одноточечные, двухточечные, многоточечные.

Универсальные машины применяют для сварки деталей различной формы и размеров при значительном разнообразии толщины и металлов [3].

Специализированные машины позволяют сваривать детали лишь определенного типа, близкие между собой по форме, размерам, толщине и металлу, или строго определенные детали. Такие машины часто применяют в массовом производстве в составе автоматических линий.

Стационарные машины для контактной точечной сварки средней и большой мощности имеют значительную массу (0,5-16 т), а детали перемещают во вторичном контуре машины. Подвижные и подвесные машины используют при сварке тонкостенных деталей сложной конфигурации или крупногабаритных, где целесообразно перемещать не деталь, а саму машину (клещи) относительно детали [3].

Источник питания (трансформатор и др.) либо выносят отдельно и закрепляют стационарно, либо встраивают в сами клещи. В первом случае источник питания соединяют с клещами длинным кабелем. Во втором – непосредственно с токопроводящими элементами клещей. В этом случае за счет уменьшения длины контур обладает минимальным общим сопротивлением. Потери электрической мощности снижаются.

Машины переменного тока имеют ограниченную мощность, но широко регулируемый по величине и форме импульс тока. Они позволяют модулировать ток, а также сваривать несколькими импульсами. Источники питания переменного тока широко применяются как в универсальных машинах, так и в

специальных машинах для сварки преимущественно малогабаритных узлов из материалов и сплавов с относительно высоким удельным сопротивлением (стали, титановые сплавы) с использованием сварочных токов 5...70 кА.

Существенным недостатком источников питания переменного тока является их большое индуктивное и, соответственно, общее электрическое сопротивление $Z_{к.з} \geq 200 \dots 300$ мкОм, что приводит к малому коэффициенту мощности $\cos\varphi = 0,2 \dots 0,6$ контактной машины и низкой степени полезного использования мощности, потребляемой из сети ($v \leq 0,4$). Степень использования электроэнергии резко снижается при наличии ферромагнитных масс свариваемых деталей и приспособлений внутри внешнего контура или в непосредственной близости от его токоведущих элементов.

Низкочастотные источники питания имеют большую мощность и хорошую технологичную форму импульсов сварочного тока с плавным нарастанием и спадом, что особенно желательно при сварке легких сплавов. Относительно небольшая скорость нарастания тока, соответствующая частоте 1...10 Гц, приводит к резкому снижению индуктивного сопротивления сварочной цепи и повышению степени полезного использования мощности, потребляемой из сети, даже при сварке крупногабаритных узлов и наличии ферромагнитных масс во внешнем контуре машины.

Из всех видов низкочастотные источники питания имеют наименьшее внутреннее электрическое сопротивление вторичного контура, что обеспечивает наиболее крутопадающую нагрузочную характеристику и наибольшее проявление эффекта саморегулирования сварочного тока при колебании электрического сопротивления зоны сварки.

Недостатками этого источника питания являются большие габаритные размеры и масса сварочного трансформатора и ограничение времени сварки ($t_{св} > 0,6$ с).

Источники питания постоянного тока имеют большую мощность и наиболее универсальную форму импульса тока. Такие машины используют

практически для всех групп металлов, но в особенности для сталей и сплавов, требующих мягких режимов сварки.

Постоянный ток мало изменяется при внесении во внешний контур машины массивных ферромагнитных деталей и приспособлений. Использование постоянного тока позволяет резко снизить индуктивные сопротивления сварочной цепи и в 2 раза по отношению к источникам переменного тока понизить потребляемую из сети мощность при сварке одних и тех же деталей. Источник постоянного тока имеет крутопадающую нагрузочную характеристику и обеспечивает эффект саморегулирования сварочного тока при колебаниях сопротивления зоны сварки.

Недостатками источников питания постоянного тока являются необходимость использования дорогих мощных низковольтных диодов и значительное падение напряжения на выпрямительном блоке, составляющее до половины напряжения холостого хода сварочного трансформатора.

Конденсаторные источники питания имеют различную мощность и весьма жесткий импульс тока.

Одним из существенных недостатков конденсаторного источника питания является крутой фронт нарастания тока, что в сочетании с большим и нестабильным начальным сопротивлением свариваемых деталей приводит к выплескам. Это вызывает необходимость предусматривать в конденсаторных машинах для сварки деталей малых толщин (менее 0,5 мм) начальную стадию сварочного тока, обеспечивающую подогрев зоны соединения с целью стабилизации контактного сопротивления между свариваемыми деталями.

Конденсаторные источники питания решают две задачи. В приборостроительной промышленности – это технологическая задача получения импульсов сварочного тока 1...5 кА, длительностью 1...10 мс со стабильным вложением энергии при каждой сварке. Последнее обеспечивается стабилизацией энергии, накапливаемой в батарее конденсаторов определенной емкости при ее зарядке напряжением с точностью до $\pm 1,5\%$.

В машиностроении решается другая задача – энергетическая, связанная со снижением мощности, потребляемой из сети, в первую очередь при точечной сварке крупногабаритных узлов из алюминиевых сплавов. Например, при вылете 1,5 м машина с конденсаторным источником питания сваривает детали из алюминиевых сплавов толщиной 2,5 плюс 2,5 мм при потребляемой мощности 75 кВ·А. Низкочастотная машина при этих условиях потребляет мощность 300 кВ·А, а машина переменного тока – 1500 кВ·А [4].

Точечные машины для контактной сварки с прямолинейным ходом электрода получили наибольшее распространение в машиностроении. Машины этого типа отличаются простотой конструкции, высокой производительностью, относительно низкой стоимостью и выпускаются на сварочные токи 5...40 кА. Они позволяют сваривать листовые конструкции из низкоуглеродистой стали толщиной 0,5...10 мм.

В контактных точечных машинах с прямолинейным ходом электрода (прессового типа) исключается проскальзывание электрода. Но из-за пневмоцилиндра, расположенного непосредственно над держателем электрода, сварка в труднодоступных местах затруднена.

В машинах для точечной сварки с радиальным ходом верхний электрод закреплен на качающемся токопроводе с приводом, расположенном внутри корпуса. Такая компоновка позволяет освободить пространство над верхним электродом для размещения деталей свариваемых изделий сложной конструкции. Эти машины контактной сварки находят широкое применение.

По своей конструкции машины контактной сварки с радиальным ходом верхнего электрода просты, экономичны в изготовлении, менее металлоемки. Их масса на 30 % меньше массы аналогичных машин контактной сварки с прямолинейным ходом верхнего электрода.

Сварочный ток подводится обычно с обеих сторон деталей. Это позволяет соединять детали в широком диапазоне толщины, металла, формы и размеров. За один цикл получается одна точка. По такой схеме работает подавляющее большинство универсальных точечных машин.

Одностороннюю двухточечную сварку применяют в тех случаях, когда не возможен или ограничен двусторонний подход электродов к месту сварки.

Многоточечные машины часто применяют в массовом производстве. Эти машины резко повышают производительность при изготовлении определенных либо однотипных деталей. В таких машинах бывает двухсторонний и односторонний подвод тока [3].

Электроды для точечной сварки бывают прямые, фигурные и специальные. Конструктивное оформление электродов определяется металлом, формой и толщиной деталей, а также доступом к месту сварки [2].

Прямые электроды получили наибольшее применение для конструкций с хорошим доступом к месту сварки из-за того, что они более простые технологичные и жесткие. Рабочая часть электродов может быть плоской или полусферической.

Электроды со сферической поверхностью имеют лучшие технологические характеристики: обеспечивают большую стойкость, хорошие условия отвода теплоты от деталей, уменьшенную склонность к образованию наружных выплесков и менее чувствительны к перекосам при установке, чем электроды с плоской поверхностью. Поэтому электроды со сферической поверхностью рекомендуется применять в машинах радиального типа и клещах. Данные электроды применяются при сварке легких сплавов, так как плоская поверхность в этом случае формирует вмятины и подрезы на поверхности точек.

Электроды с плоской поверхностью рабочей поверхности используют главным образом для сварки металлов с повышенным сопротивлением деформации (сталей, жаропрочных сплавов). При сварке электродами с плоской рабочей поверхностью колебания наибольшего усилия сжатия меньше влияют на диаметр ядра, чем со сферической.

Для сварного соединения деталей сложной формы применяются электроды сапожковые – со смещенной рабочей частью. Данные электроды ограничивают сварочное и, в особенности, ковочное усилие. Это снижает стойкость рабочей поверхности. Сапожковые электроды нашли большое

распространение для сварки тонколистовых стальных конструкций, никелевых и титановых сплавов.

Посадочные части электродов (места, соединяемые с электрододержателем) должны обеспечивать надежную передачу электрического импульса и усилие прижима. Часто они выполняются в виде конуса, хотя существуют и другие виды соединений - по цилиндрической поверхности или резьбе.

Очень важное значение имеет материал электродов, определяющий их электрическое сопротивление, теплопроводность, термостойкость и механическую прочность при высоких температурах. В процессе работы электроды нагреваются до больших температур. Термоциклический режим работы, совместно с механической переменной нагрузкой, вызывает повышенный износ рабочих частей электродов, результатом чего становится ухудшение качества соединений. Чтобы электроды были в состоянии противостоять тяжелым условиям работы, их делают из специальных медных сплавов, обладающих жаропрочностью и высокой электро- и теплопроводностью. Чистая медь также способна работать в качестве электродов, однако она обладает низкой стойкостью и требует частых переточек рабочей части [1].

1.1 Состояние вопроса. Цель и задачи работы

Для сварочных работ в специализированных авторемонтных мастерских и в промышленных масштабах на различных машиностроительных производствах применяют стационарные, переносные и подвесные контактные машины с прямолинейным и радиальным ходом электродов.

Стационарные машины для контактной точечной сварки обладают большими габаритными размерами, в следствие чего сварка в труднодоступных местах затруднена.

Подвесные клещи характеризуются возможностями схожими с стационарными машинами, в следствие чего имеют большой вес и габаритные размеры. Для манипулирования ими необходимо использовать балансирный механизм. Средняя цена на клещи с балансирным оборудованием колеблется в пределах от 250 до 750 тыс. руб. [5].

В небольших мастерских и в бытовых условиях, толщины свариваемых деталей обычно не превышают 1 мм. Поэтому возможности промышленного оборудования избыточны и их применение экономически не целесообразно.

Промышленностью выпускаются переносные клещи, используемые для сварки в бытовых условиях, но их конструкции обладают рядом недостатков, таких как: радиальный ход, небольшой вылет электродов, малое усилие сжатия.

Для контактной сварки в домашних условиях экономически более целесообразно применять клещи с ручным приводом, потому что не требуется дополнительного оборудования. При этом в клещах с ручным приводом в подавляющем большинстве случаев используется радиальный ход электрода.

Преимуществом такого решения является простота конструкции и как следствие низкая себестоимость. Однако при этом возрастает вероятность появления выплесков при сварке, возникающих за счет углового смещения верхнего электрода относительно вертикальной оси (рисунок 1).

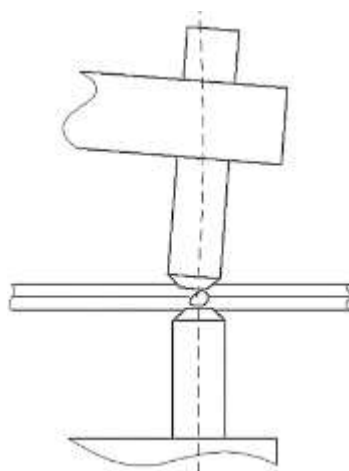


Рисунок 1. Формирование литого ядра при радиальной траектории движения верхнего электрода.

Этот недостаток отсутствует у клещей с прямолинейным ходом электродов, но при этом значительно усложняется их конструкция [5].

Целью данной работы является разработка конструкции компактных клещей для контактной точечной сварки, применяемой для бытовых целей и свободной от недостатков существующих конструкций.

Основная задача данной работы состоит в том, чтобы разработать сварочные клещи, развивающие высокие значения усилия сжатия деталей, при этом их вес не должен превышать максимально допустимую массу для ручного инструмента 10 кг.

На основе анализа режимов контактной точечной сварки были сформулированы технические требования к сварочным клещам, которые представлены в таблице 1 [5].

Таблица 1 – Технические требования к проектируемым клещам

Параметр	Значение
Привод сжатия электродов	ручной
Свариваемые толщины, мм (не более)	1,0
Траектория движения электродов	прямолинейная
Усилие сжатия электродов, Н (не более)	1500
Длина нижнего хобота, мм	200
Ход электрода, мм	10
Масса клещей, кг (не более)	10

2 Конструкторская часть

После проведения анализа литературных источников, изучения достоинств и недостатков конструкций клещей, применяемых при ручном приводе сжатия, был выбран механизм с радиальным ходом электрода, показанный на рисунке 2.

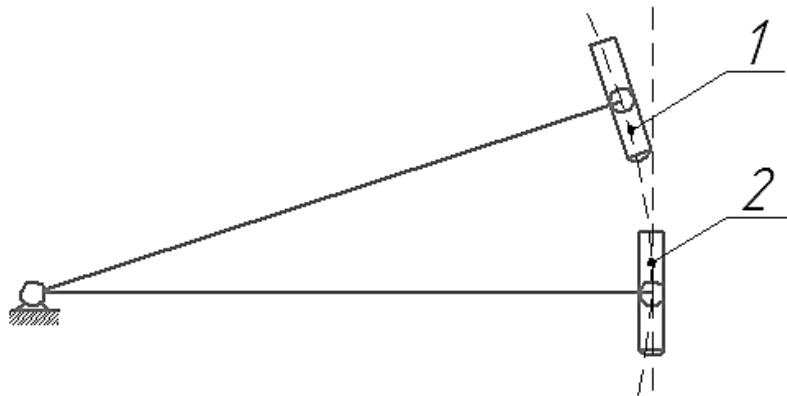


Рисунок 2. Кинематическая схема радиального хода.

1 - начальное положение; 2 - конечное положение.

Был применен двоянный подвижный хобот, показанный на рисунке 3, который сохраняет вертикальность оси верхнего электрода при сжатии электродов, для того чтобы не возникало углового смещения верхнего электрода относительно вертикальной оси в момент сжатия.

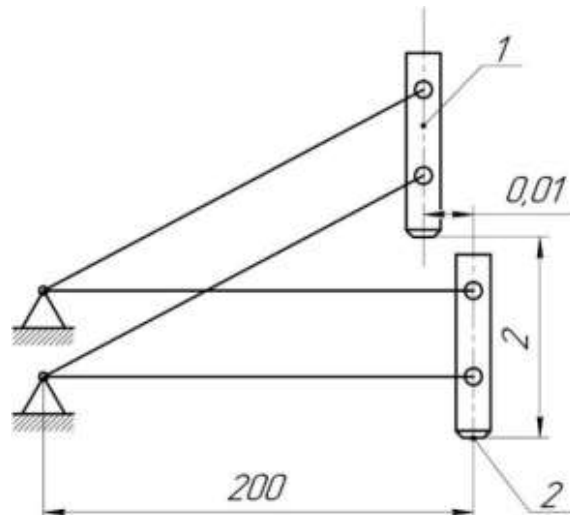


Рисунок 3. Кинематическая схема сдвоенного подвижного хобота радиальных контактных клещей. 1 – начальное положение; 2 – конечное положение.

Преимуществом данной схемы является отсутствие поворота верхнего электрода относительно вертикальной оси и малое смещение верхнего электрода относительно нижнего электрода в горизонтальной плоскости [5].

На рисунке 4 показано смещение вертикальной оси верхнего электрода относительно вертикальной оси нижнего электрода при сварке деталей с толщинами, равными 1 мм.

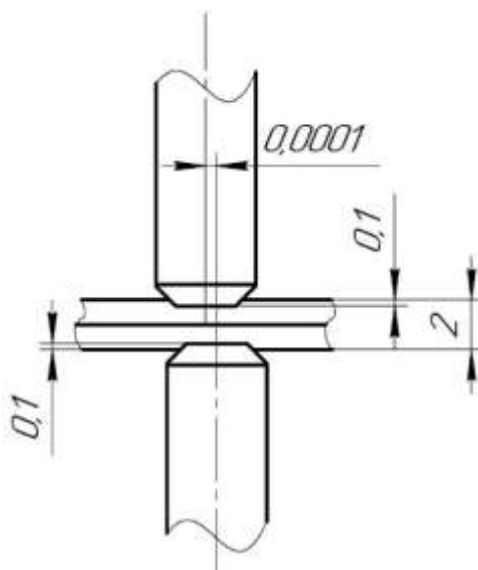


Рисунок 4. Осевое смещение электродов.

Глубина вмятины не должна превышать 20 % от толщины деталей [3].

При вылете электродов, равном 200 мм, смещение осей электродов во время осадки, для деталей с толщинами 1 мм составляет всего 0,0001 мм.

Поскольку данное смещение не влияет на площадь контакта рабочих поверхностей электродов и оно очень мало, им можно пренебречь.

Для создания нормируемого усилия сжатия электродов, необходимого для сварки сталей с толщинами до 1 мм (100-150 кг), была разработана система рычагов, с нормирующим механизмом.

Устройство рычажного типа, кинематическая схема которого показана на рисунке 5, является оптимальным вариантом при ручном приводе сжатия.

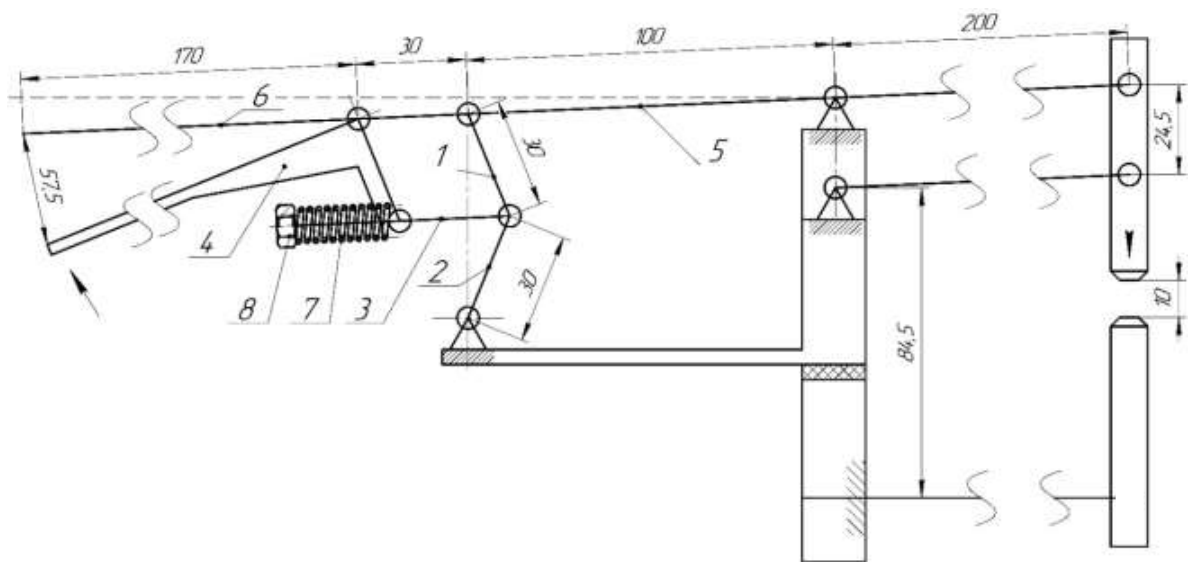


Рисунок 5. Кинематическая схема системы рычагов.

При повороте курка 4 происходит перемещение подвижного хобота 5 через тягу 3 и рычаги 1 и 2. Усилие сжатия между электродами равно 150 кг, создается при прижатии курка 4 к неподвижной рукояти 6 с усилием 10 кг. Усилие сжатия нормируется с помощью нормирующей пружины 7 и регулируется с помощью регулировочной гайки 8. Через систему рычагов усилие сжатия преобразуется и нелинейно увеличивается, достигая необходимых значений, тогда как расстояние проходимое электродом при сжатии нелинейно уменьшается.

Зависимость хода верхнего электрода от угла поворота подвижных рычагов 1 и 2 при сжатии курка показана на рисунке 6.

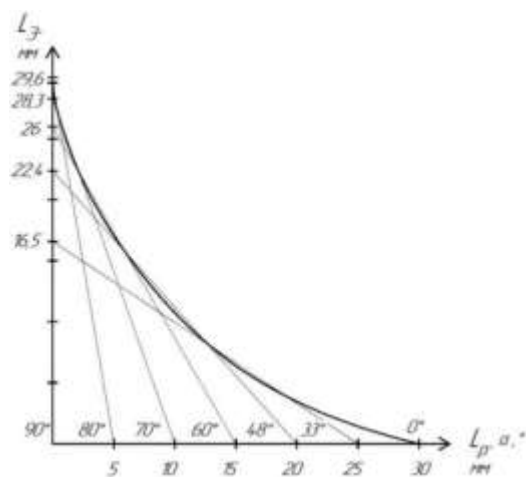


Рисунок 6. Зависимость хода верхнего электрода от угла поворота подвижных рычагов 1 и 2 при сжатии курка.

При контактной точечной сварке большие усилия сжатия необходимы непосредственно перед сваркой и во время сварки, а малое перемещение рычагов 1 и 2 во время дожатия курка (при смыкании электродов) не оказывает отрицательного эффекта и способствует более плавному прижатию электродов к заготовкам и уменьшению износа клещей и электродов.

Схематичное изображение системы рычагов, создающих необходимое усилие сжатия показано на рисунке 7.

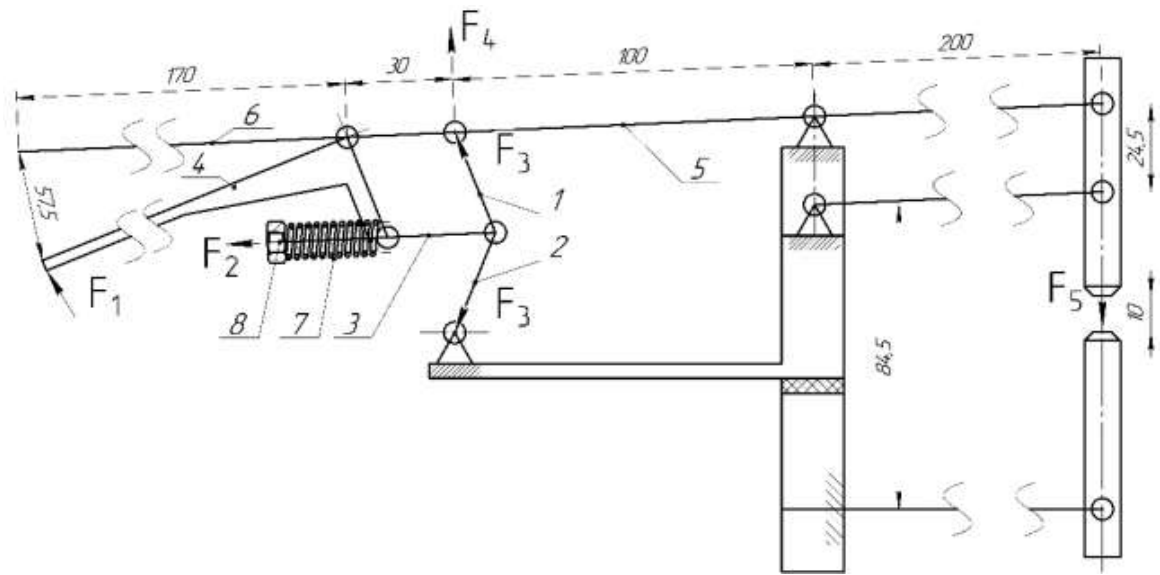


Рисунок 7. Схематичное изображение системы рычагов, создающей необходимое усилие сжатия электродов.

К подвижной рукояти прикладывается усилие $F_1 = 10$ кг, которое через рычаг рукояти передается нормирующей пружине и выражается с помощью уравнения (1) [6]:

$$F_2 l_2 = F_1 l_1, \quad (1)$$

$$F_2 = \frac{F_1 l_1}{l_2}.$$

Далее нормированное усилие передается рычагам 1 и 2 и выражается с помощью уравнения (2) [6]:

$$F_2 = 2 \cdot F_3 \cdot \sin \alpha, \quad (2)$$

$$F_3 = \frac{F_2}{2 \cdot \sin \alpha}.$$

Схема действия усилий на рычаги привода сжатия разрабатываемой установки показана на рисунке 8:

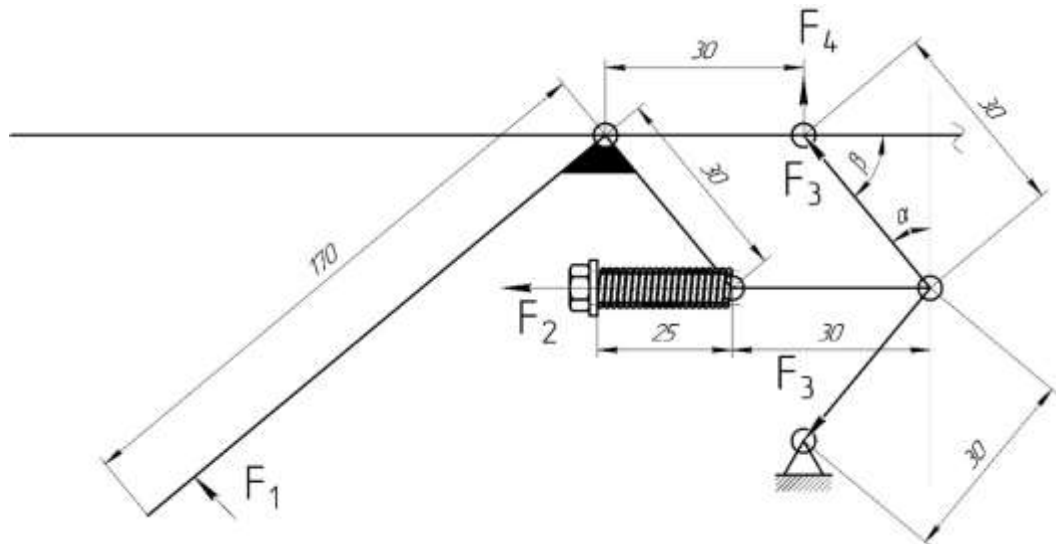


Рисунок 8. Схема действия усилий в рычагах ручного привода сжатия.

Усилие, действующее на подвижный хобот определяется следующим образом:

$$F_4 = 2 \cdot F_3 \cdot \sin \beta. \quad (3)$$

Далее определяется усилие сжатия электродов:

$$F_5 l_4 = F_4 l_3,$$

$$F_5 = \frac{F_4 l_3}{l_4}.$$

Для получения ориентировочных значений усилий, возникающих между электродами при прижатии курка, принимаются: $\alpha = 5^\circ$ и $\beta = 75^\circ$.

$$F_2 = \frac{F_1 l_1}{l_2} = \frac{10 \cdot 170}{30} = 56,6 \text{ кг},$$

$$F_3 = \frac{F_2}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{56,6}{2 \cdot 0,09} = 314,4 \text{ кг},$$

$$F_4 = 2 \cdot F_3 \cdot \sin \beta = 314,4 \cdot 0,96 = 302 \text{ кг},$$

$$F_5 = \frac{F_4 l_3}{l_4} = \frac{302 \cdot 100}{200} = 151 \text{ кг}.$$

Нормирующая пружина будет сохранять необходимое усилие сжатия, сжимаясь при возрастании нагрузки выше допустимых пределов.

Предлагаемая конструкция клещей обладает всеми преимуществами установок с радиальным ходом и свободна от их недостатков.

Проектируемые клещи имеют простую и надежную конструкцию, с возможностью регулировки усилия сжатия электродов в зависимости от толщины свариваемых деталей. Благодаря наличию сдвоенного подвижного хобота, они предотвращают выплески при сварке, тем самым улучшая качество сварных точек.

Для дальнейшего проектирования клещей необходимо произвести прочностной расчет элементов, воспринимающих различные виды нагружений, подобрать необходимые сечения и материалы.

Разработка и проектирование элементов клещей производились с помощью программы КОМПАС 3D V17.1.

2.1 Прочностной расчет элементов установки, обеспечивающих прямолинейную траекторию движения электрода

Для верхнего хобота принимается бронза БрХ и круглое сечение.

Расчет верхнего хобота на прочность при изгибе:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq \frac{[\sigma_T]}{5}. \quad (4)$$

где M – изгибающий момент, действующий на рычаг, $H \cdot \text{мм}$;

W – осевой момент сопротивления, мм^3 ;

$[\sigma_T]$ – предел текучести, для бронзы БрХ $[\sigma_T] = 412 \text{ МПа}$.

Изгибающий момент, действующий на хобот:

$$M = F \cdot l, \quad (5)$$

$$M = 1500 \cdot 200 = 300000 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}. \quad (6)$$

Осевой момент сопротивления для круглого сечения:

где d_3 – диаметр хобота, принимаем $d=35$ мм.

$$W = \frac{3,14 \cdot 35^3}{32} = 4207 \text{ мм}^3.$$

В формулу для расчета прочности подставляются полученные значения:

$$\sigma = \frac{300000}{4207} = 71,3 \text{ МПа},$$

$$71,3 \text{ МПа} \leq 82,4 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

Проверка верхнего хобота на жесткость при изгибе:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{F \cdot l^4}{E \cdot I_z}. \quad (7)$$

где I_z – осевой момент инерции, мм^4 ;

E – модуль упругости, для бронзы БрХ $E = 1,15 \cdot 10^{11}$ Па.

Осевой момент инерции для круглого сечения хобота:

$$I_z = \frac{\pi \cdot d^4}{64}, \quad (8)$$

$$I_z = \frac{3,14 \cdot 35^4}{64} = 73624,4 \text{ мм}^4,$$

$$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{1500 \cdot 200^4}{1,15 \cdot 10^{11} \cdot 73624,4} = 0,0001 \text{ мм}.$$

Условие жесткости выполняется.

В качестве материала для направляющего рычага применяется алюминиевый сплав Д16, он обладает достаточной прочностью и небольшим весом. Предел прочности при растяжении у сплава Д16 650 МПа. При площади поперечного сечения рычага, равной 3 см^2 , имеется двойной запас прочности при растяжении.

Для соединения подвижного хобота и направляющего рычага с корпусом клещей используются штифты 8×60 и 6×60 по [7]. При сжатии электродов в штифтах возникают напряжения смятия и среза.

Расчет штифтов на срез:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{A_{\text{ср}}} \leq [\tau_{\text{ср}}]. \quad (9)$$

где $\tau_{\text{ср}}$ – предел прочности при срезе, *МПа*;

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допустимый предел прочности при срезе, для стали 45 $[\tau_{\text{ср}}] = 80 \text{ МПа}$;

$A_{\text{ср}}$ – площадь поперечного сечения штифта, мм^2 . Так как штифт испытывает напряжение среза по двум плоскостям, то:

$$A_{\text{ср}} = \frac{\pi \cdot d^2}{2}. \quad (10)$$

где d – диаметр штифта, принимается $d = 6 \text{ мм}$;

$$A_{\text{ср}} = \frac{3,14 \cdot 36}{2} = 56,52 \text{ мм}^2.$$

Полученные значения подставляются в формулу для расчета штифтов на срез:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{1500}{56,52} = 26,53 \leq 80 \text{ МПа}.$$

Условие прочности при срезе выполняется.

Проверка прочности штифта на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma_{\text{см}}]. \quad (11)$$

где $\sigma_{\text{см}}$ – напряжение смятия, *МПа*;

$[\sigma_{\text{см}}]$ – допустимый предел прочности при смятии, $[\sigma_{\text{см}}] = 240 \text{ МПа}$;

$A_{\text{см}}$ – площадь поперечного сечения штифта по двум плоскостям, мм^2 .

$$A_{\text{см}} = 2 \cdot (b_{\text{ш}} \cdot d_1), \quad (12)$$

$$A_{\text{см}} = 2 \cdot (10 \cdot 6) = 120 \text{ мм}^2.$$

где $b_{\text{ш}}$ – толщина крепления под штифты, мм ;

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{1500}{120} = 12,5 \leq 240 \text{ МПа}.$$

Условие прочности при смятии выполняется.

Для соединения подвижного хобота и направляющего рычага с верхним держателем электрода используются штифты 8×45 и 6×45 [7].

Расчет штифтов на срез:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{A_{\text{ср}}} \leq [\tau_{\text{ср}}]. \quad (13)$$

где $\tau_{\text{ср}}$ – предел прочности при срезе, *МПа*;

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допустимый предел прочности при срезе, для стали 45 $[\tau_{\text{ср}}] = 80 \text{ МПа}$;

$A_{\text{ср}}$ – площадь поперечного сечения штифта, мм^2 . Так как штифт диаметром 4 мм испытывает напряжение среза по двум плоскостям, то:

$$A_{\text{ср}} = \frac{\pi \cdot d^2}{2}. \quad (14)$$

где d – диаметр штифта, мм;

$$A_{\text{ср}} = \frac{3,14 \cdot 36}{2} = 56,52 \text{ мм}^2,$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{1500}{56,52} = 26,54 \leq 80 \text{ МПа}.$$

Проверка прочности штифта на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma_{\text{см}}]. \quad (15)$$

где $\sigma_{\text{см}}$ – напряжение смятия, *МПа*;

$[\sigma_{\text{см}}]$ – допустимый предел прочности при смятии, $[\sigma_{\text{см}}] = 240 \text{ МПа}$;

$A_{\text{см}}$ – площадь поперечного сечения штифта по двум плоскостям, мм^2 .

$$A_{\text{см}} = 2 \cdot (b_{\text{ш}} \cdot d), \quad (16)$$

$$A_{\text{см}} = 2 \cdot (5 \cdot 6) = 60 \text{ мм}^2.$$

где $b_{\text{ш}}$ – толщина крепления под штифты, мм;

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{1500}{60} = 25 \leq 240 \text{ МПа}.$$

Условие прочности при смятии выполняется.

Верхний держатель электрода выполняется из меди.

Расчет верхнего электрододержателя на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma_{\text{см}}].$$

Площадь поперечного сечения электрододержателя:

$$A_{\text{см}} = 2t \cdot (b - n \cdot D_1). \quad (17)$$

где t – толщина крепления под штифты, мм;

b – высота электрододержателя, мм;

n – число отверстий;

D – отверстие под штифт, мм;

$$A_{\text{см}} = 2 \cdot 5 \cdot (32,5 - 2 \cdot 6) = 205 \text{ мм}^2,$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{1500}{205} = 7,3 \leq 120 \text{ МПа}.$$

Условие прочности при смятии выполняется.

Далее необходимо подобрать материал и форму электродов.

При контактной точечной сварке деталей рекомендуемые размеры электродов назначаются в соответствии с [8]. Принимаются бронзовые электроды марки БрХ, с плоской контактной поверхностью. При толщинах свариваемых деталей до 1 мм, назначаются: наружный диаметр электрода $D_3=12$ мм и диаметр рабочей поверхности $d_3=5$ мм.

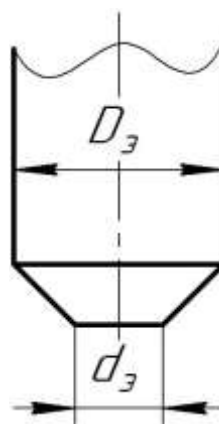


Рисунок 9. Размеры электрода с плоской рабочей поверхностью.

Электроды будут иметь цилиндрическую посадочную поверхность, поскольку они экономически более целесообразны [3].

Электроды фиксируются в электрододержателях с помощью поджимных пластин из БрХ и винтов М6×0,5×18 из стали 08Х18Н10 [9].

Сечение и диаметр нижнего хобота принимаются идентичными значениям верхнего хобота.

Нижний хобот изалируется от корпуса с помощью тексталитовых втулок с шайбами и пластины.

Фиксируется нижний хобот между двумя алюминиевыми колодками четырьмя болтами М6×80 из нержавеющей стали 08Х18Н10, подобранными по [9] и работающими при нагрузках до 270 кг.

После проведения прочностных расчетов и назначения сечений и материалов всех деталей, несущих различные виды нагрузений, часть контактных клещей, обеспечивающая прямолинейную траекторию движения электрода будет иметь следующий вид:

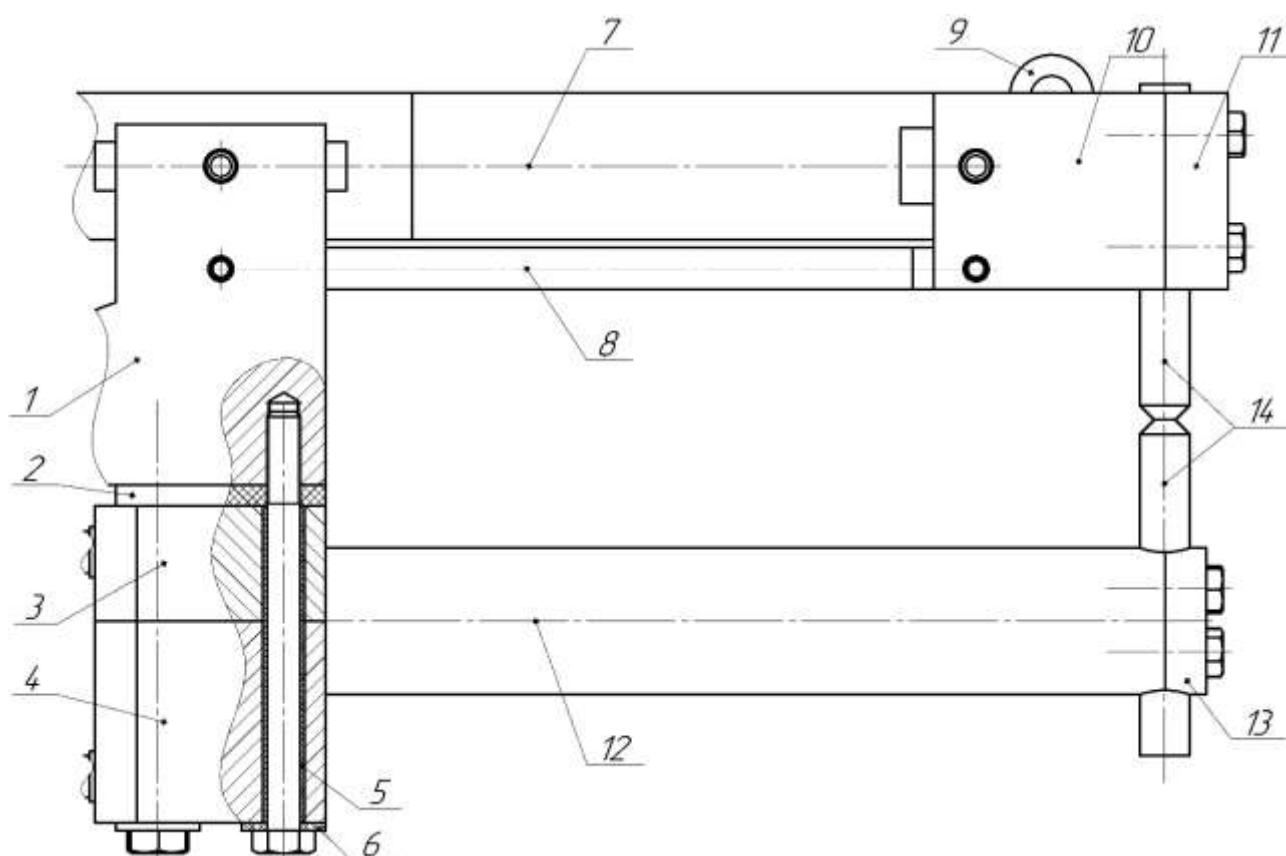


Рисунок 10. Элементы клещей, обеспечивающие прямолинейный ход электродов: 1 - станина; 2 - диэлектрическая пластина; 3 - верхняя колодка; 4 - нижняя колодка; 5 - диэлектрическая втулка; 6 - диэлектрическая шайба; 7 - верхний хобот; 8 - направляющий рычаг; 9 - гибкая шина; 10 - электрододержатель; 11 - верхний прижим; 12 - нижний хобот; 13 - нижний прижим; 14 - электрод.

2.2 Прочностной расчет элементов привода сжатия

Курок является первым элементом, передающим и трансформирующим действующее на него усилие сжатия. Для облегчения конструкции и борьбы с коррозией, курок будет изготавливаться из алюминиевого сплава Д16.

Прочностной расчет курка при изгибе:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma_{\text{изг}}].$$

где M - изгибающий момент, действующий на курок, $H \cdot \text{мм}$;

W - осевой момент сопротивления, мм^3 .

$[\sigma_{\text{изг}}]$ – предел прочности, для сплава Д16 $[\sigma_{\text{изг}}] = 150 \text{ МПа}$.

Изгибающий момент курка:

$$M = F \cdot l,$$

$$M = 100 \cdot 150 = 15000 \text{ H} \cdot \text{мм}.$$

где F – сила прижатия электродов, H ;

l – длина подвижного курка, мм .

Осевой момент сопротивления для прямоугольного сечения:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6},$$

где b – толщина курка, принимается $b=10 \text{ мм}$.

h - ширина курка, принимается $h=10 \text{ мм}$.

$$W = \frac{10 \cdot 10^2}{6} = 167 \text{ мм}^3,$$

$$\sigma = \frac{15000}{167} = 90 \leq 150 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

Курок с неподвижной рукоятью соединен с помощью штифта 4×25 [7].

Расчет штифта на срез:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{A_{\text{ср}}} \leq [\tau_{\text{ср}}].$$

где $\tau_{\text{ср}}$ – предел прочности при срезе;

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допустимый предел прочности при срезе, для стали 45 $[\tau_{\text{ср}}] = 80 \text{ МПа}$;

$A_{\text{ср}}$ – площадь поперечного сечения штифта, мм^2 .

Так как штифт диаметром 6 мм испытывает напряжение среза по двум плоскостям, то уравнение будет иметь следующий вид:

$$A_{\text{ср}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{д}}^2}{2},$$

$$A_{\text{ср}} = \frac{3,14 \cdot 16}{2} = 25,12 \text{ мм}^2,$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{1500}{25,12} = 59,7 \leq 80 \text{ МПа}.$$

Проверка прочности штифта на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma_{\text{см}}].$$

где $\sigma_{\text{см}}$ – напряжение смятия, МПа ;

$[\sigma_{\text{см}}]$ – допустимый предел прочности при смятии, для ст45 $[\sigma_{\text{см}}] = 240 \text{ МПа}$;

$A_{\text{см}}$ – площадь поперечного сечения штифта по двум плоскостям, мм^2 .

$$A_{\text{см}} = 2 \cdot (b \cdot d),$$

$$A_{\text{см}} = 2 \cdot (5 \cdot 4) = 40 \text{ мм}^2.$$

Полученные значения подставляются в формулу для расчета прочности на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{1500}{40} = 37,5 \leq 240 \text{ МПа}.$$

Для контроля усилия сжатия устанавливается нормирующая пружина, работающая при нагрузке 25 кг и подобранная по стандарту [10]. Одна сторона которой расположена между верхним и нижним рычагами, а другая поджимается курком через регулировочный болт М6 из нержавеющей стали 08Х18Н10, подобранный по [9] и работающий при нагрузках до 270 кг.

Рычаги, передающие усилие от нормирующей пружины к подвижному хоботу, изготавливаются из стали 65Г. Данная сталь характеризуется повышенной износостойкостью, при этом относительно дешева.

Расчет рычагов на прочность при изгибе:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma_{\text{изг}}].$$

где M – изгибающий момент, действующий на рычаг, $H \cdot \text{мм}$;

W – осевой момент сопротивления, мм^3 .

$[\sigma_{\text{изг}}]$ – предел прочности, для стали 65Г $[\sigma_{\text{изг}}] = 490 \text{ МПа}$.

Изгибающий момент, возникающий в двух рычагах:

$$M = F \cdot l,$$

$$M = 1500 \cdot 30 = 45000 \text{ H} \cdot \text{мм}.$$

где F – сила прижатия электродов, H ;

l – длина подвижного рычага, мм .

На один рычаг действует изгибающий момент, равный $22500 \text{ H} \cdot \text{мм}$.

Осевой момент сопротивления для прямоугольного сечения:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6},$$

где b – толщина рычага, принимается $b=12 \text{ мм}$.

h – ширина рычага, принимается $h=40 \text{ мм}$.

$$W = \frac{12 \cdot 40^2}{6} = 3200 \text{ мм}^3.$$

Подставим полученные значения в формулу для расчета прочности:

$$\sigma = \frac{22500}{3200} = 7 \leq 490 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

Для соединения подвижных рычагов между собой и для закрепления нижних рычагов с опорой, используются штифты 6×15 [7].

Расчет штифтов на срез:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{A_{\text{ср}}} \leq [\tau_{\text{ср}}].$$

где $\tau_{\text{ср}}$ – предел прочности при срезе;

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допустимый предел прочности при срезе, для стали 45 $[\tau_{\text{ср}}] = 80 \text{ МПа}$;

$A_{\text{ср}}$ – площадь поперечного сечения штифта. Для соединения прижимной крышки и курка используется два штифта 6×15 [7].

$$A_{\text{ср}} = \frac{3,14 \cdot 36}{2} = 56,5 \text{ мм}^2,$$
$$\tau_{\text{ср}} = \frac{1500}{56,5} = 26,5 \leq 80 \text{ МПа}.$$

Проверка прочности штифтов на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma_{\text{см}}].$$

где $\sigma_{\text{см}}$ – напряжение смятия, МПа ;

$[\sigma_{\text{см}}]$ – допустимый предел прочности при смятии, для стали 45 $[\sigma_{\text{см}}] = 240 \text{ МПа}$;

$A_{\text{см}}$ – площадь поперечного сечения для двух штифтов, мм^2 .

$$A_{\text{см}} = 2 \cdot (b \cdot d),$$
$$A_{\text{см}} = 2 \cdot (5 \cdot 6) = 60 \text{ мм}^2,$$
$$\sigma_{\text{см}} = \frac{1500}{60} = 25 \leq 240 \text{ МПа}.$$

Условия прочности выполняются.

Прижимая курок к рукояти, возникает усилие, которое через подвижные рычаги передается подвижному хоботу и при сжатии электродов в рукояти возникает изгибающий момент. Рукоять будет изготавливаться в верхнем хоботе с помощью фрезерования.

Прочностной расчет рукояти при изгибе:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma_{\text{изг}}].$$

где M – изгибающий момент, действующий на курок, $\text{Н} \cdot \text{мм}$;

W – осевой момент сопротивления, мм^3 .

$[\sigma_{\text{изг}}]$ – предел прочности, для бронзы БрХ $[\sigma_{\text{изг}}] = 88 \text{ МПа}$.

Изгибающий момент рукояти:

$$M = F \cdot l,$$

$$M = 100 \cdot 150 = 15000 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

где F – сила прижатия курка к рукояти, H ;

l – длина рукояти, мм.

Осевой момент сопротивления для полукруглого сечения:

$$W = \frac{\pi \cdot R^3}{8},$$

где R – радиус сечения рукояти, принимается $R = 10$ мм.

$$W = \frac{3,14 \cdot 10^3}{8} = 392,5 \text{ мм}^3,$$

$$\sigma = \frac{15000}{392,5} = 38,2 \leq 88 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

После проведения всех прочностных расчетов элементов, привод сжатия будет иметь следующий вид:

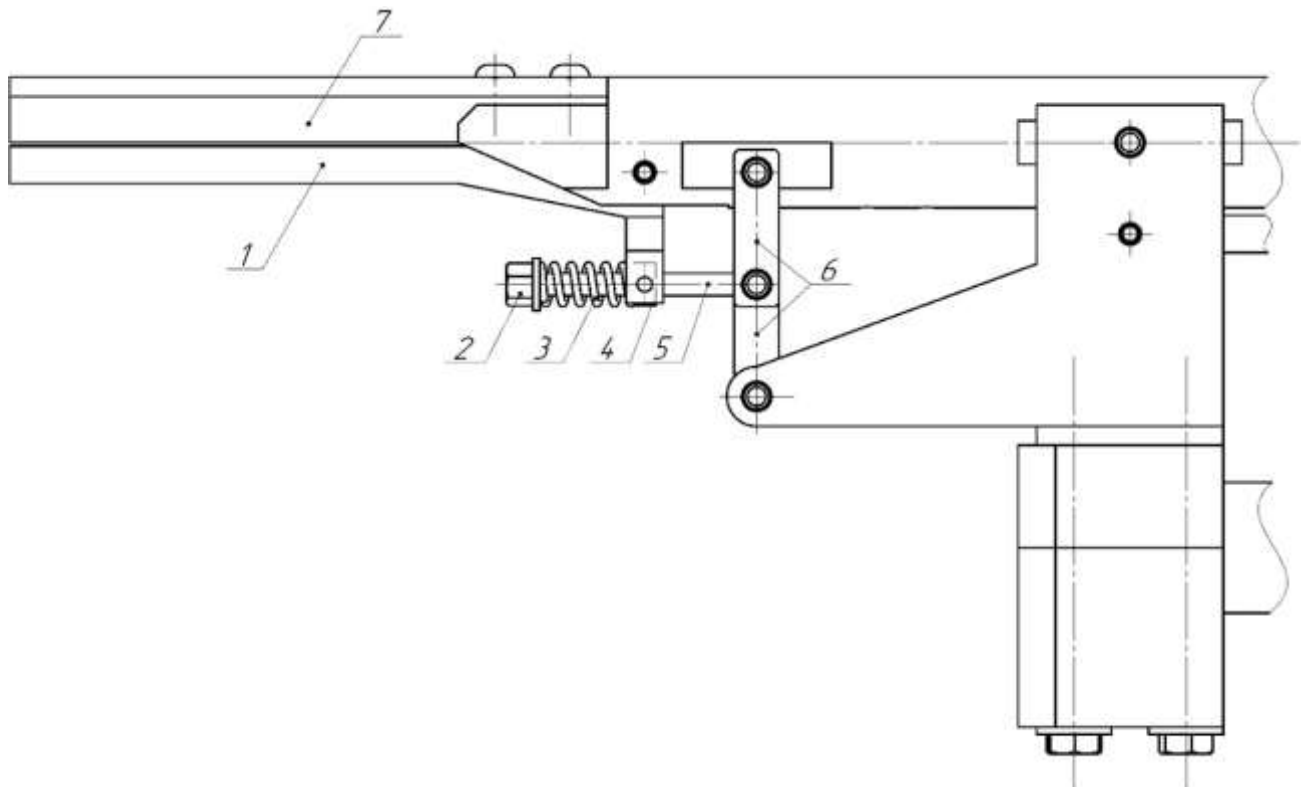


Рисунок 11. Элементы привода сжатия контактных клещей.

1 – курок; 2 – регулировочная гайка; 3 – нормирующая пружина;

4 – шарнир; 5 – регулировочный болт; 6 – рычаги привода сжатия; 7 – рукоять.

2.3 Проектирование корпуса клещей

Проектирование корпуса клещей начинается с обвода электрической части установки с зазором 5–10 мм. Изгибы каркаса корпуса выполняются с радиусом закругления, равным 10 мм, для придания корпусу более эстетичной формы. После вычерчивания всех контуров, корпус будет иметь вид, показанный на рисунке 12.

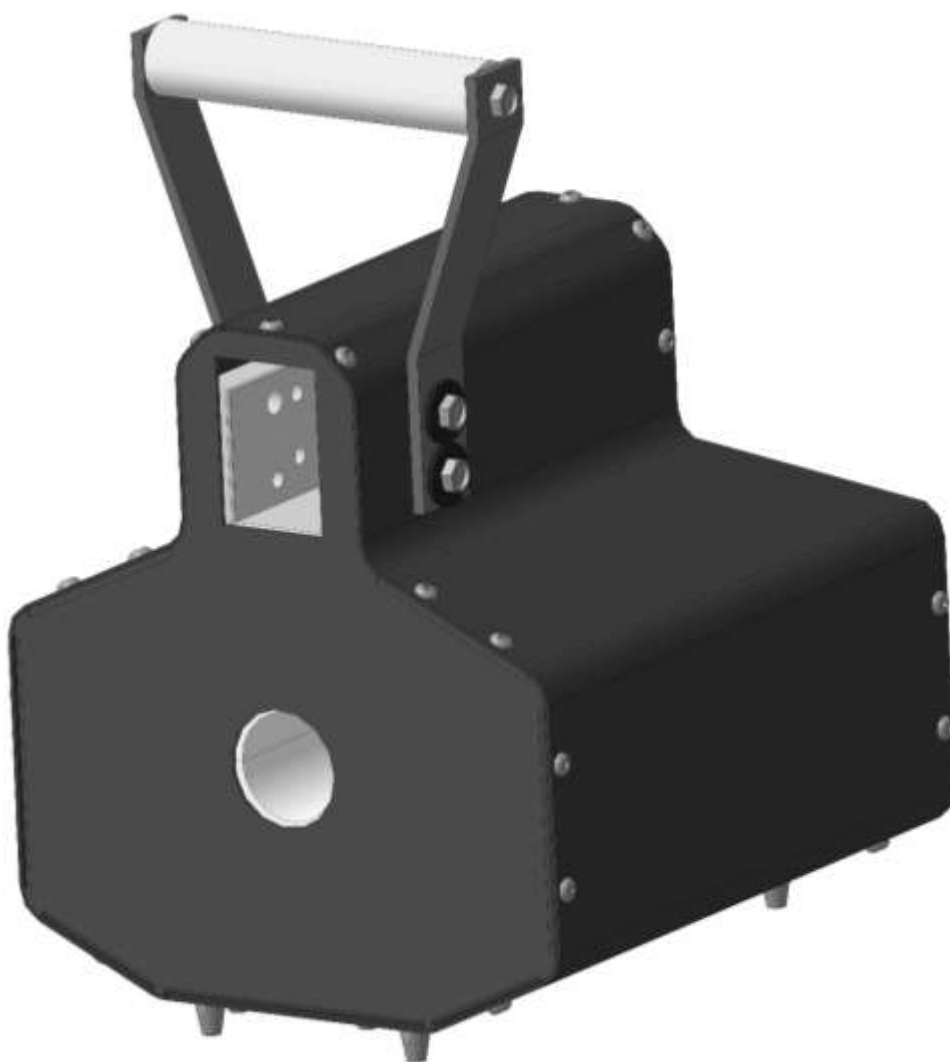


Рисунок 12. Корпус клещей.

Корпус состоит из трех частей: передней пластины, задней пластины и каркаса корпуса.

Материал корпуса – алюминиевый сплав Д16. По твердости и механической прочности он не уступает стали, но в отличие от нее, обладает в 3

раза более легким удельным весом. Для того чтобы корпус не деформировался и защищал конденсаторы и от механических повреждений, его толщина принимается равной 1,5 мм.

В местах крепления корпуса со станиной устанавливаются капролоновые шайбы и пластины изолирующие корпус от токопроводящих элементов клещей. Элементы корпуса скрепляются между собой с помощью винтов М4×8 [11]. К корпусу крепятся 4 опорные ножки 7034-0174 [12].

2.4 Анализ конструкции разработанных клещей

В общем виде разработанные и спроектированные компактные клещи для контактной точечной сварки изображены на рисунке 13.

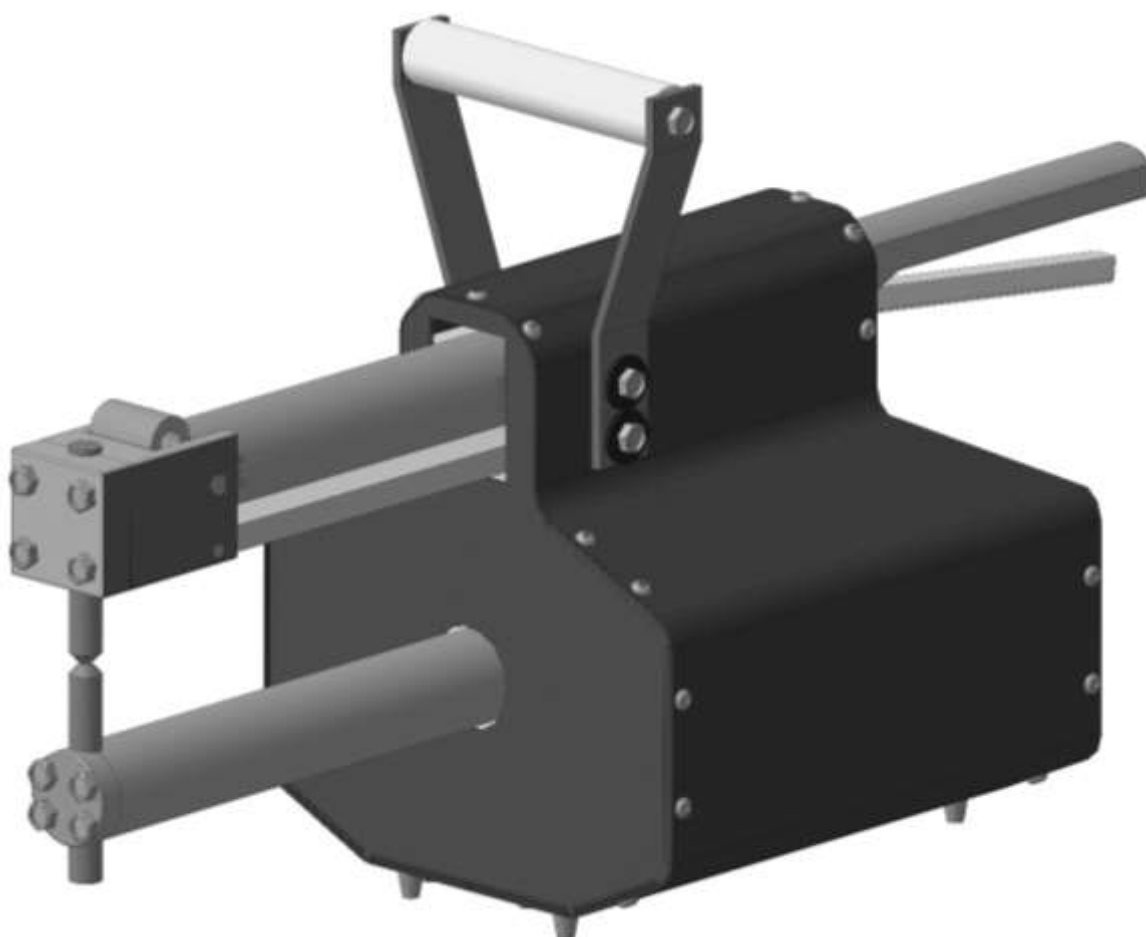


Рисунок 13. Клещи для контактной точечной сварки в сборе.

Разработанные клещи обладают небольшим весом, не превышающим 10кг, прямолинейной траекторией движения электрода, большим вылетом электродов и технологичностью при изготовлении, что дает им ряд преимуществ по сравнению с существующими клещами для контактной точечной сварки, применяемыми в домашних условиях и небольших мастерских.

Большой вылет электродов и компактность установки наряду с маленьким весом, позволяют вести сварку в труднодоступных местах, где применение контактной сварки ограничено.

Благодаря прямолинейной траектории движения электродов, качество сварных точек возрастает.

Электрическая часть компактных клещей для контактной точечной сварки требует дальнейших разработок и исследований по данной тематике.

В качестве источника энергии в разрабатываемых клещах предполагается применение суперконденсаторов (ионисторов). В советский период конденсаторные батареи имели большие габаритные размеры, что затрудняло их применение в портативных установках.

Современные суперконденсаторы способны заряжаться за несколько долей секунды, накапливая при этом достаточное для сварки тонколистовых деталей количество энергии, в то же время их вес не превышает 0,5 кг. Еще одним преимуществом суперконденсаторов является значительно меньшее потребление мощности из электросети.

Данные клещи с применением суперконденсаторных батарей способны обеспечить высокую стабильность параметров режима и качество сварных соединений.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Введение

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка компактных клещей для контактной точечной сварки» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации.

В данном разделе ВКР выполнено технико-экономическое обоснование научно-исследовательского проекта. В частности, это оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения данной работы с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также планирование и организация научно-исследовательского проекта.

Основная задача данной работы состоит в том, чтобы предложить сварочные клещи, используемые в переносных контактных машинах, адаптированные для выдерживания высоких сжимающих напряжений держателей электродов с целью их эффективного использования для выполнения контактной сварки, при этом конструкция клещей должна иметь малый вес и компактные размеры для того, чтобы не ограничивать их перемещения для сварки в труднодоступных местах.

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники кафедры ОиТСП ИНК ТПУ. Также потенциальными потребителями результатов разработок будут небольшие мастерские и индивидуальные потребители, применяющие контактную сварку в бытовых условиях.

Для более четкого понимания картины производится сегментирование, где в качестве критериев выбираются назначение клещей и тип привода сжатия. Карта сегментирования представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сегментирование рынка

Назначение	Качество сварки деталей, с толщинами:		
	До 1 мм	1 мм	Св. 1 мм
Для сварки в бытовых условиях			
Для сварки в серийном производстве			
Для сварки в массовом производстве			

 – Клещи для точечной сварки китайской фирмы FoxWeld;

 – Клещи для точечной сварки итальянской фирмы TECNA;

 – Разработанные клещи для точечной сварки.

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции является высоким в серийном производстве, для сварки же в бытовых условиях выбор оборудования ограничен. Разработанные клещи переносной машины для контактной точечной сварки являются наиболее подходящими для сварки деталей выполняемых в домашних условиях, при толщинах свариваемых изделий до 1 мм включительно. В массовом и серийном производстве лидируют клещи для точечной сварки итальянской фирмы TECNA, поскольку их дороговизна окупается скоростью сварки и качеством сварных точек.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

На данный момент выбор клещей для контактной точечной сварки в бытовых условиях ограничен, дешовые клещи имеют удовлетворительное качество сварных точек, покупка же дорогостоящего оборудования нецелесообразна, и как следствие отсутствуют конкурентные исполнения установок.

Применение разработанных компактных клещей способно обеспечить необходимое качество сварных точек по доступной цене. Рациональность разработки проверяется за счет сравнения с промышленными сварочными клещами марок FoxWeld и TECNA, для этого составляется оценочная карта (таблица 3).

Таблица 3 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	2	5	0,5	0,2	0,5
3. Энергоэкономичность	0,1	5	3	3	0,5	0,2	0,2
4. Качество сварного соединения	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
5. Надежность	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность работы	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
3. Цена	0,2	5	5	2	1	1	0,4
4. Послепродажное обслуживание	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Итого	1	44	32	39	4,9	3,5	4

Б_ф – Разработанные клещи для точечной сварки.

Б_{к1} – Клещи для точечной сварки китайской фирмы FoxWeld;

Б_{к2} – Клещи для точечной сварки итальянской фирмы TECNA;

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (18)$$

где: К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Клещи фирмы TECNA имеют стабильные режимы работы, и большую силу сжатия электродов. Для увеличения производительности в них используют водяное охлаждение внешнего контура, представляющего собой набор токоведущих элементов (гибких шин, консолей и хоботов, электрододержателей и электродов), что приводит к дополнительным энергозатратам, что затрудняет их использование в небольшой мастерской или в домашних условиях. Также данные клещи являются самыми дорогими среди всех конкурирующих установок, из-за большого количества цветных металлов и высокой трудоемкости самого изготовления установки.

Клещи FoxWeld чаще всего имеют радиальный ход верхнего электрода, что ухудшает качество сварного соединения из-за смещения оси электродов и образования несимметричного литого ядра. Для прижатия электродов предусмотрена шарнирная подвеска, неудобная форма которой ухудшает удобство в эксплуатации установки. А за счет использования трансформатора в качестве источника энергии, возрастает энергозатратность установки.

Преимуществом разработанных компактных переносных клещей является удобство эксплуатации и низкая цена, за счет малых габаритов и веса несущих элементов. Данные клещи имеют высокое качество сварного соединения за счет соосности электродов и большого усилия прижатия между ними. За счет того, эти клещи не имеют водяного охлаждения, а охлаждаются с помощью воздушного дутья, понижается их себестоимость и трудоемкость при изготовлении. Энергозатратность данных клещей намного ниже чем у конкурентов, за счет использования конденсаторных батарей в качестве источника энергии. Итогом данного анализа является то, что разработанные компактные клещи переносной контактной машины для точечной сварки оказались эффективнее, чем другие контактные машины.

3.1.3 FAST-анализ

В рамках магистерской диссертации в качестве объекта FAST-анализа выступают компактные клещи для контактной точечной сварки.

Данные клещи обеспечивают прямолинейное движение подвижного электрода и большое усилие сжатия заготовок электродами при радиальном перемещении верхнего хобота, при этом клещи имеют компактные размеры и их вес не превышает 10 кг, что позволяет использовать их в труднодоступных местах.

Вся информация, полученная при FAST-анализе с позиции функционального устройства, представлена в табличной форме (таблица 4).

Таблица 4 – Диаграмма FAST

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
1. Сдвоенный подвижный хобот	3	Обеспечивает прямолинейную траекторию движения верхнего электрода	X		
2. Рычаги привода сжатия	5	Создают усилие сжатия		X	
3. Нормирующая пружина	1	Регулирует усилие сжатия		X	
4. Конденсаторы	4	Служат источником энергии при сварке			X
5. Корпус	1	Служит для фиксации хоботов			X

Для оценки значимости функций будет использоваться метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глуценко В.Ф..

Таблица 5 – Матрица смежности

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Функция 5
Функция 1	=	<	<	<	<
Функция 2	>	=	>	>	>
Функция 3	>	<	=	<	<
Функция 4	>	<	>	=	<
Функция 5	>	<	>	>	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» - более значимая.

Таблица 6 – Матрица количественных соотношений функций

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Функция 5	ИТОГО
Функция 1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Функция 2	1,5	1	1,5	1,5	1,5	7
Функция 3	1,5	0,5	1	0,5	0,5	4
Функция 4	1,5	0,5	1,5	1	0,5	5
Функция 5	1,5	0,5	1,5	1,5	1	6
						$\Sigma=25$

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=».

На следующем этапе будет определяться значимость функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. Так, для функции 1 относительная значимость равна $3/25 = 0,12$; для функции 2 – $7/25 = 0,28$; для функции 3 – $0,16$; для функции 4 – $0,2$ и для функции 5 – $0,24$.

Таблица 7 – Определение стоимости выполняемых функций

Наименование детали	Количество деталей на узел	Норма расхода, кг	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.
1. Сдвоенный подвижный хобот	3	4	830	655	3975

Продолжение таблицы 7

2. Привод сжатия	5	2	1468,4	112,6	1581
3. Нормирующая пружина	1	0,2	-	-	565
4. Конденсаторы	4	0,3	6528	-	26112
5. Корпус	1	1	233	485	718

Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

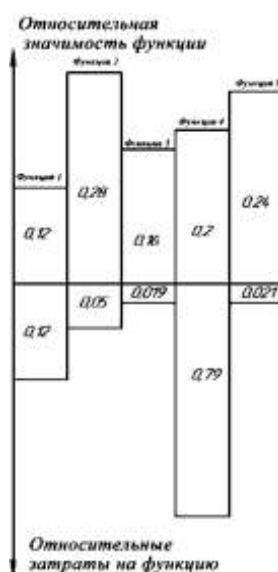


Рисунок 14. Функционально-стоимостная диаграмма.

Анализ приведенной выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функции 4.

Конденсаторы являются самым дорогим элементом разрабатываемых клещей, но их высокая стоимость оправдана повышением качества сварных точек и надежностью.

3.1.4 SWOT – анализ

На основе работы, проведенной в предыдущих разделах магистерской диссертации, был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта.

Таблица 8 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Актуальность проекта.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С3. Удобство в эксплуатации.</p> <p>С4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С5. Широкая область применения.</p> <p>С6. Наличие бюджетного финансирования</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1 Отсутствие прототипа разрабатываемой установки</p> <p>Сл2. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых для сборки установки.</p> <p>Сл3. Сложность с подбором литературы имеющей описание исследовательских установок.</p> <p>Сл4. Отсутствие опыта в решении данной проблемы у собственных исполнителей.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление спроса на разрабатываемую установку у исследовательских отделений различных организаций и предприятий.</p> <p>В3. Получение более точных данных при проведении исследовательских работ.</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		

Продолжение таблицы 8

<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии. У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации. У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>		
---	--	--

Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 9, 10, 11, 12.

Таблица 9 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	+	-	+	+
	B4	0	+	+	+	+

При анализе интерактивной таблицы 9 можно выявить следующие сочетание сильных сторон и возможности: B1C2C3C4C5, B2C1C2C3C4C5, B3C3C4C5, B4C2C3C4C5.

Таблица 10 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	-	+	+
	B2	+	-	+	-
	B3	-	+	-	+
	B4	+	+	+	-

При анализе интерактивной таблицы 10 можно выявить следующие сочетание слабых сторон и возможности: В1Сл1Сл3Сл4, В2Сл1Сл3, В3Сл2Сл4, В4Сл1Сл2Сл3.

Таблица 11 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	+	-	+	+	+
	У3	-	-	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие сочетание сильных сторон и угроз: У1С4С5, У2С1С3С4С5, У3С3С4.

Таблица 12 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	-
	У2	+	+	+	-
	У3	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие сочетание слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл2Сл3, У2Сл1Сл2Сл3.

Таким образом, по анализу интерактивных таблиц можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 13).

Таблица 13 – Итоговая матрица SWOT-анализа

<p>Сильные стороны Научно-исследовательского проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя.</p>	<p>Слабые стороны Научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки. Сл2. Перенастройка оборудования.</p>
--	--

Продолжение таблицы 13

	<p>С3. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии</p> <p>С4. Широкая область применения</p> <p>С5. Актуальность проекта</p>	<p>Сл3. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования.</p> <p>Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В4. Получение качественных сварных соединений</p>	<p>Получение высокоэффективного оборудования для контактной сварки изделий.</p> <p>Возможность создавать партнерские отношения с рядом ведущих вузов для совместных исследований в области контактной сварки</p>	<p>Снижение цен на технологии, используемые в контактной точечной сварке;</p> <p>Требуется множество перенастроек в связи с новшеством оборудования.</p> <p>Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
<p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.</p>	<p>Экономическая эффективность данного оборудования в единичном и мелкосерийном производствах Российской Федерации.</p> <p>Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p>	<p>Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

3.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В данном разделе необходимо рассмотреть оптимальные варианты компоновок клещей, с целью их детального изучения и анализа. Наиболее оптимальные варианты составных частей клещей показаны в таблице 14.

Таблица 14 – Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Род привода давления	рычажный	пневматический	пружинный
Б. Конструктивное исполнение клещей	прямолинейный ход	радиальный ход	эксцентриковый
В. Конструктивное исполнение электродов	прямые с плоской рабочей поверхностью	фигурные	специальные
Г. Приведение в рабочее состояние	ручное включение	автоматические включения	постоянно в рабочем состоянии
Д. Что держит клещи	руки	Специальный механизм	-

Возможные варианты решения технической задачи:

1) А2Б1В2Г2Д1 – В первом случае, качественная контактная точечная сварка тонколистовых конструкций из сталей при малых усилиях прижатия электродов в труднодоступных местах.

2) А1Б3В1Г1Д2 – Во втором случае, контактная сварка металлов с повышенным сопротивлением деформации (сталей, жаропрочных сплавов) часто применяемая в небольших мастерских. При сварке прямыми электродами с плоской рабочей поверхностью колебания наибольшего усилия сжатия меньше влияют на диаметр ядра, чем со сферической, а свободное пространство над верхним электродом позволяет размещать сваривать детали сложной конструкции.

3) АЗБ2В3Г3Д1 – В третьем случае, сварка тонколистовых конструкций никелевых и титановых сплавов, в труднодоступных местах.

Детально изучив все возможные варианты компоновок клещей, самым оптимальным является вариант текущей разработки.

3.2.1 Оценка готовности проекта к коммерциализации

В данном разделе проводится оценка текущего исследования и степень его готовности к коммерциализации, а также определение уровня собственных знаний для его проведения. Специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта показана в таблице 15.

Таблица 15 – Бланк оценки степени готовности проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1. Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2. Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	4
3. Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4. Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5. Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6. Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	4
7. Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8. Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	4	4

9. Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
--	---	---

Продолжение таблицы 15

10. Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	4
11. Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	2
12. Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13. Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14. Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15. Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
ИТОГО БАЛЛОВ	55	54

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (19)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Так, если значение $B_{\text{сум}}$ получилось от 59 до 45 – то перспективность выше среднего.

По результатам оценки готовности научного проекта к коммерциализации его перспективность выше среднего.

3.2.2 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Задача данного раздела магистерской диссертации – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности.

Методом коммерциализации результатов научно-технического исследования является – передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия.

Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники кафедры ОиТСП ИНК ТПУ. Разработка компактных клещей, способных обеспечить высокое качество сварных точек и высокую стабильность режима сварки, позволит проводить исследования в области контактной сварки, с возможностью их дальнейшей реализации на машиностроительных предприятиях.

3.3 Разработка устава научно-технического проекта

Целью данной работы является разработка конструкции компактных клещей для контактной точечной сварки, применяемой для бытовых целей и свободной от недостатков существующих конструкций.

Основная задача данной работы состоит в том, чтобы разработать сварочные клещи, развивающие высокие значения усилия сжатия деталей, при этом их вес не должен превышать максимально допустимую массу для ручного инструмента 10 кг.

Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники ИШНКБ ОЭИ ТПУ. Также заинтересованными сторонами будут небольшие мастерские и индивидуальные потребители, применяющие контактную сварку в бытовых условиях. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлено в таблице 16.

Таблица 16 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
сотрудники кафедры ИШНКБ ОЭИ ТПУ	Получение высокой стабильности параметров режима и качество сварных соединений, возможность исследования

	процесса контактной точечной сварки
--	-------------------------------------

Продолжение таблицы 16

Индивидуальные потребители	Высокое качество сварных соединений, энергоэкономичность и низкая цена
Мастерские	Возможность вести сварку в труднодоступных местах, где применение контактной сварки ограничено

В таблице 17 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта включают цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 17 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка конструкции компактных клещей для контактной точечной сварки, применяемой для бытовых целей и свободной от недостатков существующих конструкций. Обладающих необходимой металлоемкостью (компактная конструкция), энергоэффективностью (применение конденсаторов) и экономически более целесообразных (дешевле аналогов).
Ожидаемые результаты проекта:	Разработанные клещи будут обладать небольшим весом, не превышающим 10 кг, компактностью, технологичностью при изготовлении, и стабильным режимом сварки благодаря конденсаторам при малом расходе электричества от сети при сварке.
Критерии приемки результата проекта:	Оценка технологичности будет проведена во время создания деталей и сборки клещей, после этого их вес будет зафиксирован, для стабильности режима будет сварена и проверена контрольная партия образцов
Требования к результату проекта:	Требование:
	Вес клещей не должен превышать 15 кг
	Режимы сварки должны быть стабильными
	Сварные точки должны быть высокого качества
	Внешний вид клещей должен быть аккуратным и гармоничным

3.3.1 Планирование управления научно-техническим проектом

В рамках данного раздела были определены ключевые события проекта, определены их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Данная информация представлена в таблице 18.

Таблица 18 - Контрольные события проекта

Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1. Анализ существующего оборудования, изучение технической литературы	4.02	Источники литературы, указаны в разделе – Обзор литературы.
2. Разработка сдвоенного подвижного хобота	17.03	Результаты разработки представлены на рис. 3, в разделе – Конструкторская часть
3. Разработка системы рычагов, с нормирующим механизмом, расчет необходимых усилий	19.03	Кинематическая схема рычагов показана на рис. 4, схема рычагов, создающих необходимое усилие сжатия на рис. 5, в разделе – Конструкторская часть
4. Разработка и проектирование элементов клещей	23.03	Результаты проектирования представлены в разделе – Прочностной расчет элементов установки.
5. Всесторонний разбор конструкции разработанных клещей	2.04	Представлен в разделе - Анализ конструкции разработанных клещей
6. Проектирование корпуса	25.04	Представлен в разделе – Проектирование корпуса клещей

Таблица 19 – Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1. Утверждение темы	3	1.02	3.02	Руководитель
2. Подбор и изучение материалов по теме	11	4.02	14.02	Дипломник

Продолжение таблицы 19

3. Составление плана	4	15.02	18.02	Руководитель
4. Календарное планирование работ	3	19.02	21.02	Руководитель
5. Изучение литературы и подбор нормативной документации в соответствии теме	20	22.02	13.03	Дипломник
6. Формирования общей концепции установки	3	14.03	16.03	Руководитель, Дипломник
7. Прочностной расчет и проектирование механической части установки	16	17.03	1.04	Руководитель, Дипломник
8. Анализ конструкции разработанных клещей, устранение недостатков	23	2.04	24.04	Руководитель, Дипломник
9. Проектирование корпуса	10	25.04	4.05	Дипломник
10. Построение модели и заказ комплектующих	15	5.05	19.05	Руководитель, Дипломник
11. Сборка прототипа и испытания	5	20.05	24.05	Руководитель, Дипломник
12. Формирование описания установки и заключения по работе	12	25.05	05.05	Дипломник
Итого:	125			

Таблица 20 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

Вид работ	Исполнители	Т _к , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
			февр.			март			апрель			май			июнь	
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1. Утверждение темы	Руководитель	3	▨													
2. Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник	11	■	■												
3. Составление плана	Руководитель	4		▨												
4. Календарное планирование работ	Руководитель	3														
5. Изучение литературы и подбор нормативной документации в соответствии теме	Дипломник	20				■										
6. Формирования общей концепции установки	Руководитель, Дипломник	3				■	■									
7. Прочностной расчет и проектирование механической части установки	Руководитель, Дипломник	16						■	■							
8. Анализ конструкции разработанных клещей, устранение недостатков	Руководитель, Дипломник	23							▨	■						
9. Проектирование корпуса	Дипломник	10									■	■				
10. Построение модели и заказ комплектующих	Руководитель, Дипломник	15										▨	■			
11. Сборка прототипа и испытания	Руководитель, Дипломник	5											▨	■		
12. Формирование описания установки и заключения по работе	Дипломник	12													▨	■

■ – студент; ▨ – руководитель.

3.4 Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения исследовательской работы

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Исследовательская работа проводилась в рамках магистерской диссертации и основными затратами, необходимыми для создания компактных клещей для контактной точечной сварки являются материальные.

Расчет стоимости материальных затрат производился по действующим прейскурантам и договорным ценам. В стоимость материальных затрат включили транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Материальные затраты, необходимые для данного исследования, заносятся в таблицу 21.

Таблица 21 – Материальный затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Электроды	шт.	2	850	1700
Хоботы	шт.	2	3000	6000
Крепежные болты	шт.	18	20	360
Рычаги	шт.	4	800	3200
Конденсатор	шт.	4	6528	26112
Корпус установки	шт.	1	4000	4000
Нормирующая пружина	шт.	1	500	500
Регулировочный болт	шт.	1	120	120
Тексталитовая пластина	шт.	1	250	250
Опора	шт.	1	700	700
Итого				42942

Материальные затраты можно уменьшить за счет изготовления основных узлов разработанных клещей с помощью оборудования ТПУ.

3.4.2 Основная заработная плата

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20...30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу 22.

Таблица 22 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1. Руководитель	79	1367,6	108040,4
2. Дипломник	125	325,23	37401,66
Итого по статье $C_{осн}$			336085,5

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (20)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (ассистента) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (21)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (22)$$

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6 дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 23 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	125	125
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	25	42
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	100	83

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (23)$$

где Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Для руководителя:

$$Z_m = 26300 \cdot 1,3 = 34190 \text{ руб.},$$

$$Z_{дн} = 34190 \cdot 4/100 = 1367,6 \text{ руб.},$$

$$Z_{осн} = 1367,6 \cdot 79 = 108040,4 \text{ руб.}$$

Для дипломника:

$$Z_m = 1854 \cdot 1,3 = 2410,2 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{дн}} = 2410,2 \cdot 4/83 = 96,4 \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{осн}} = 96,4 \cdot 127 = 12243,8 \text{ руб.}$$

Таблица 24 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _б , руб.	K _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	26300	1,3	34190	1367,6	79	108040,4
Дипломник	1854	1,3	2410,2	96,4	127	12243,8

3.4.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (24)$$

где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 25 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Дипломник
Основная зарплата	108040,4	12964,9
Дополнительная зарплата	12243,8	1469,2
Зарплата исполнителя	120284,2	14434,1
Итого по статье C _{зп}	134718,3	

3.4.4 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (25)$$

где: $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Таблица 26 – Отчисления на социальные нужды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления, руб.
Руководитель	108040,4	12964,9	32792,4
Дипломник	12243,8	1469,2	3716,2
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%		
Итого по статье $C_{внеб}$			36508,6

3.4.5 Накладные расходы

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (26)$$

где: $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов, равный 70 %.

Таблица 27 – Накладные расходы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Накладные расходы, руб.
Руководитель	108040,4	12964,9	84703,7
Дипломник	12243,8	1469,2	9599,1
Коэффициент накладных расходов	70 %		
Итого по статье $C_{накл}$			94302,8

3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Таблица 28 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	42942
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	120284,2

Продолжение таблицы 28

3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14434,1
4. Отчисления на социальные нужды	36508,6
5. Накладные расходы	94302,8
6. Бюджет затрат НТИ	308471,7

3.5. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (27)$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$I_{финр}^{исп1}$ – Клещи для точечной сварки китайской фирмы FoxWeld;

$I_{финр}^{исп2}$ – Клещи для точечной сварки итальянской фирмы TECNA;

$I_{финр}^{исп3}$ – Разработанные клещи для точечной сварки.

$$I_{финр}^{исп1} = \frac{18200}{45711} = 0,4;$$

$$I_{финр}^{исп2} = \frac{45711}{45711} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{42942}{45711} = 0,94$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (28)$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Удобство в эксплуатации	0,2	1	5	5
2. Энергосбережение	0,1	2	3	5
3. Надежность	0,1	1	5	5
4. Материалоемкость	0,1	2	4	5
5. Качество сварки	0,2	1	5	5
6. Вес	0,2	3	3	5
7. Усилие сжатия	0,1	3	5	4
ИТОГО	1	1,8	4,3	4,9

Исп.1– Клещи для точечной сварки китайской фирмы FoxWeld;

Исп. 2– Клещи для точечной сварки итальянской фирмы TECNA;

Исп. 3– Разработанные клещи для точечной сварки.

$$I_{p-\text{исп1}} = 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 = 1,8;$$

$$I_{p-\text{исп2}} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 = 4,3;$$

$$I_{p-\text{исп3}} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 = 4,9.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр.i}}, \quad (29)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}}, \quad (30)$$

Таблица 30 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	0,4	1	0,94
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	1,8	4,3	4,9
Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения	4,5	3,8	4,79
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,93	0,79	1

Исп.1– Клещи для точечной сварки китайской фирмы FoxWeld;

Исп. 2– Клещи для точечной сварки итальянской фирмы TECNA;

Исп. 3– Разработанные клещи для точечной сварки.

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод о том, что реализация разработанных компактных клещей является наиболее эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

4. Социальная ответственность

4.1 Введение

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка компактных клещей для контактной точечной сварки» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники кафедры ОиТСП ИНК ТПУ. Также потенциальными потребителями результатов разработок будут небольшие мастерские и индивидуальные потребители, применяющие контактную сварку в домашних условиях.

Основная задача данной работы состоит в том, чтобы предложить сварочные клещи, используемые в переносных контактных машинах, адаптированные для выдерживания высоких сжимающих напряжений держателей электродов с целью их эффективного использования для выполнения контактной сварки, при этом конструкция клещей должна иметь малый вес и компактные размеры для того, чтобы не ограничивать их перемещения для сварки в труднодоступных местах.

В данном разделе ВКР проанализированы основные аспекты социальной ответственности, необходимые в ходе исследования (экологические возможные негативные последствия и ущерб здоровью человека и окружающей среде, чрезвычайные ситуации, правовые нормы и др.).

4.2. Описание рабочего места

Научно-исследовательская работа выполнялась в лаборатории сварки НИТПУ. Помещение лаборатории оборудовано местной вытяжной вентиляцией воздуха и расположено на 1 этаже 3 этажного производственного корпуса. В помещении размещено оборудование для контактной точечной, стыковой и шовной сварки, а также паяльная станция. Площадь лаборатории составляет 50

м² и в ней размещено 4 рабочих места. В соответствии с [13], помещения в которых производятся исследования сварочных процессов относятся к категории Г, так как в них могут находиться негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и горючие газы, которые сжигаются в качестве топлива. Для предотвращения возникновения ЧС в помещении установлено два огнетушителя и изображен план эвакуации из здания, показанный на рисунке 15.

4.3. Анализ выявленных вредных факторов

Показатели микроклимата в помещении

Согласно [14], показателями, характеризующими микроклимат, являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения.

Температуры воздуха и поверхностей, относительная влажность и скорость движения воздуха приведены в таблице 31 для категории I б, к ней относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Таблица 31 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [14]

Период Года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1 б (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	1 б (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2 °С и выходить за пределы величин, указанных в таблице 31.

Шум в процессе сварки.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для контактной сварки изложены в [15]. Шум на рабочих местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – контактные шумы между электродами при сварке. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещений для измерительных и аналитических работ уровень шума не должен превышать 50 дБ [16].

Освещенность рабочей зоны.

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах составляет 200 лк [17].

Освещение осуществляется светильниками общего и местного освещения. Светильник состоит из источника искусственного освещения (лампы) и осветительной арматуры.

Отклонение освещенности от нормы может быть вызвано ошибочным расположением ламп в помещении, отсутствием окон в помещении, не правильным выбором количества осветительных приборов и не рациональной загрузкой на них электрического тока. Данный фактор может стать причиной

неадекватного восприятия человеком технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли.

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны.

Наиболее характерным вредным фактором практически для всех способов сварки является образование и поступление в воздух рабочей зоны сварочных аэрозолей, содержащие токсичные вещества. Причиной образования сварочных аэрозолей и вредных веществ в процессе сварки могут быть наличие масла и антикоррозионного покрытия на поверхности свариваемых деталей. При сварке деталей из цветных металлов также выделяются вредные вещества.

Токсичные включения, входящие в состав сварочного аэрозоля, и вредные газы при их попадании в организм человека через дыхательные пути могут оказывать на него неблагоприятное воздействие и вызывать ряд профзаболеваний. Мелкие частицы пыли (от 2 до 5 мкм), проникающие глубоко в дыхательные пути, представляют наибольшую опасность для здоровья, пылинки размером до 10 мкм и более задерживаются в бронхах, также вызывая их заболевания.

В процессе исследования контактной точечной сварки могут выделяться вредные вещества и их предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны, в зависимости от химического состава материала образцов и электродов, которые указаны в таблице 32 [18].

Таблица 32 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности
Алюминий и его сплавы	2	A	III
Бериллий и его соединения	0,001	A	I
Ванадий и его соединения	0,1/0,5	A	I
Вольфрам	6	A	IV

Железа оксид с примесью оксидов марганца (до 3%)	6	A	IV
Кадмия оксид	0,1/0,03	A	I
Кобальт металлический, оксид кобальта	0,5	A	II
Марганец (до 20% в сварочном аэрозоле)	0,2	A	II
Медь металлическая	1/0,5	A	II
Молибден	3/05	A	III
Титан	10	A	IV
Торий	0,05	A	I
Цинк оксид	0,5	A	II
Хрома оксид	1	A	III

4.4. Анализ опасных факторов, создаваемых установкой при сварке

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока. В зависимости от индивидуальных показателей человека (масса, рост, строение тела, пол, род занятий), его физического состояния (болезнь, наличие состояния алкогольного опьянения), параметров протекающего тока (сила тока и его частота), состояния окружающей среды зависит поражающее воздействие на организм.

Одним из наиболее опасных параметров являются переменный ток с частотой от 10 до 120 Гц. Наиболее безопасным напряжением для человека является до 12 В, условно безопасным до 36 В [19]. Опасной величиной считается ток, более 10 мА, а смертельным более 100 мА. Опасность поражения человека электрическим током существует во всех случаях, когда используются электрические установки и оборудование.

Основными причинами поражения электрическим током могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением.

У сварочного оборудования система заземления состоит из заземлителей – металлических предметов, углубленных в землю, заземляющих проводников и заземляющей магистрали. Соединение заземлителей с элементами электроустройств должно быть надежно закреплено посредством сварки. В качестве материала для выполнения заземлителей применяют сталь. В нашем случае – трубы диаметром 100 мм, которые соединены между собой, с помощью полосовой стали. Для того, чтобы уменьшить колебания удельного сопротивления грунта заземлители забивают в землю так, чтобы их верх находился на расстоянии 0,7-0,8 м от уровня земли. Тем самым достигаются более влажные и непромерзающие слои грунта.

Полосовую сталь для соединения заземлителей принимаем сечением 60x10 мм.

Оборудование работает под напряжением 380 вольт. По таблице 1 [20] определяем для нашего случая по нормам допускаемого сопротивления заземлителей 4 Ом, а по таблице 4 [20] удельное сопротивление грунта (сугликон) составляет $\rho_{\text{г}} = 10^4$ Ом.

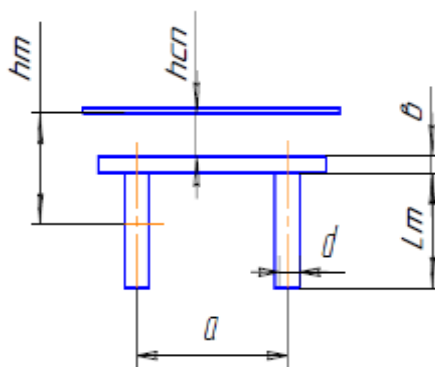


Рисунок 15. Схема заземления

Основные геометрические параметры схемы заземления: $h_m = 2500$ мм;
 $h_{\text{сп}} = 800$ мм; $L_m = 3500$ мм; $d = 100$ мм; $a = 3800$ мм.

Учитывая возможность промерзания грунта зимой и просыхания летом, определяем расчетное значение $\rho_э$ и $\rho_н$ (Ом·см) при использовании трубчатых заземлителей и стальной полосы. Коэффициенты $K_э$ и $K_н$ берем из таблицы 5 [20] для соответствующей климатической зоны.

$$R_э = \rho_т \cdot K_э = 1 \cdot 10^4 \cdot 1,9 = 1,9 \cdot 10^4, \quad (31)$$

$$R_н = \rho_и \cdot K_н = 1 \cdot 10^4 \cdot 4,5 = 4,5 \cdot 10^4 \quad (32)$$

Определяем величину сопротивления растекания тока от одной забитой в землю трубы в соответствии с изложенным в [20].

$$R_э = \frac{\rho_э}{2 \cdot \pi \cdot L_m} \left(\ln \frac{2 \cdot L_m}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot H_m + L_m}{4 \cdot H_m - L_m} \right) \quad (33)$$

где L_m – длина электрода, см;

d – диаметр электрода, см;

H_m – глубина заложения, см.

Подставляем значения в формулу (3) и получаем:

$$R_э = \frac{1,9 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 350} \left(\ln \frac{2 \cdot 350}{10} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 250 + 350}{4 \cdot 250 - 350} \right) = 37 \text{ Ом.}$$

Определяем потребное число заземлителей (шт.) в соответствии с изложенным в [10]:

$$n = \frac{R_э}{r_э} = \frac{37}{4} = 9,2 \quad (34)$$

где $r_э$ – допускаемое сопротивление, Ом.

Принимаем количество труб $n = 9$ шт.

Определяем длину соединительной полосы, L_n если электроды расположены по контуру:

$$L_n = a \cdot (n - 1) = 3800 \cdot 8 = 30,4 \text{ м.}$$

Определяем сопротивление соединительной полосы [8]:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot 3,14 \cdot L_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot L_n^2}{h_{cn} \cdot b} = \frac{4,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 30400} \cdot \ln \frac{2 \cdot 30400^2}{80 \cdot 6} = 3,6 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление системы заземления определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_э \cdot R_n}{R_э \cdot \eta_э + R_n \cdot \eta_n \cdot N}$$

где $\eta_э$ – коэффициент использования электродов, $\eta_э = 0,78$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,55$.

Тогда с учетом всех значений получаем:

$$R_c = \frac{37 \cdot 3,6}{37 \cdot 0,78 + 3,6 \cdot 0,55 \cdot 9} = 2,9 \text{ Ом.}$$

Проверка: $R_c < r_э$

$$R_c = 2,9 \text{ Ом} < r_э = 4 \text{ Ом.}$$

Источником возникновения аварий, связанных с телесными повреждениями и материальным ущербом при работе с компактными клещами, являются подвижные хоботы с держателями электродов, которые смыкаются с усилием прижатия 150 кН.

Аварии происходят, прежде всего, во время ручного устранения нарушений производственного процесса. Тем не менее, люди могут оказаться на пути движения машин и механизмов при выполнении других заданий, таких как:

- чистка,
- регулировка,
- переналадка вылета электродов,
- контроль,
- ремонт.

Опасным фактором, неблагоприятно воздействующим на здоровье человека в процессе сварки являются искры и брызги расплавленного металла из зоны сварки. Это явление также может быть причиной местных ожогов.

4.5 Мероприятия по обеспечению защиты исследователя от действия опасных и вредных факторов

Для того чтобы создать необходимые метеорологические условия рабочей зоны и предотвратить различные переохлаждения и перегревания организма в небольших помещениях устанавливают кондиционеры. С помощью кондиционирования воздуха в закрытых помещениях можно поддерживать необходимую температуру, а также скорость движения воздуха.

Микроклимат производственных помещений поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Для снижения шума в помещениях используют средства звукоизоляции и звукопоглощения, устанавливают глушители шума и рационально продумывают технологию производства с использованием малошумных технологических процессов. Также в качестве индивидуальных средств защиты от шума применяют различные противозумные наушники, вкладыши, шлемы, каски и костюмы.

В лаборатории, которой ведутся сварочные работы, главным источником шума является источник питания, который по характеру спектра является широкополосным.

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- 1) изоляции источников шумов;
- 2) проведение акустической обработки помещения;
- 3) создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности (K_p) должен быть не больше 10 %.

В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного фактора является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

Для эффективного улавливания сварочного аэрозоля при работе в помещении кроме общей приточной вытяжной вентиляции рекомендуется и местная вентиляция. Кроме этого в качестве индивидуальной защиты применяют фильтрующие противопылевые респираторы.

С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением установки должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей держателей электродов;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку;
- запрещается при включении контактной машины одновременно прикасаться к верхнему и нижнему электродам, имеющим естественное заземление.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;

- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;

- защитное разделение сетей;

- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

Наиболее распространенной, принимаемой в этой связи с целью повышения личной безопасности, является защита человека от опасных движений машины с помощью некоторых видов устройств безопасности, таких как защитные кожухи, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением. Внутренние движущиеся детали таких машин должны быть недоступны для прикосновения, а наружные движущиеся детали не должны иметь острых выступов, острые кромки должны быть притуплены.

Для предохранения тела от ожогов основной защитой является использование специальной одежды и обуви. Костюм и рукавицы должны быть исправными. Костюм одевается с напуском брюк на обувь, чтобы не оставалось незащищенных частей тела. Наиболее подходящей обувью являются ботинки без шнурков с гладким верхом и застежкой сзади либо с резиновыми растягивающими боковинами. Пользование рукавицами предохраняет руки одновременно от ожогов и от порезов об острые кромки металла. В качестве защитных средств от действия излучения дуги, кроме спецодежды, используются маска или шлем. Глаза защищаются от излучения специальными темными стеклами, светофильтрами, вставленными в щиток или шлем, которым сварщик защищает лицо во время сварочных работ [21].

4.6 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – это допустимый уровень негативного воздействия со стороны природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека.

При проведении исследований сварочных процессов загрязнение окружающей среды происходит за счет выбросов в атмосферу, не уловленной фильтрацией пыли, газов и других сварочных аэрозолей, а также образования твёрдых отходов (огарки электродов, спёкшийся флюс и так далее).

Воздушная среда помещений загрязняется сварочными аэрозолями, в состав которых могут входить оксиды марганца, хрома, цинка и кремния, фтористые и другие соединения, а также газы (оксиды углерода, азота и т.п.). Эти вещества оказывают неблагоприятное воздействие на организм человека. В связи с этим необходимо проводить мероприятия по очистке вредных выбросов, например, устанавливать очистные фильтры на выходе воздуховода, что значительно снизит количество выбросов вредных веществ в атмосферу.

В качестве фильтров, применяемых для осуществления местной вентиляции, рекомендуется использовать «сухие» пористые фильтры так называемые рукавные фильтры ФРКИ. Степень очистки газов в них при соблюдении правил технической эксплуатации достигает 99,9 % [22].

К твердым отходам, образующимся при проведении исследований в сварочном производстве можно отнести уже отработанные образцы, обрезки металла, используемого для их изготовления, металлическая стружка от электродов и прочие. Отходы собираются в мусоросборники и контейнеры, которые по мере заполнения удаляются из помещений в специально отведенные места. Вывозят отходы, как правило на специально выделенные места захоронения или на общие свалки [23].

Использование вторичных сырьевых ресурсов и отходов производства - одно из важнейших направлений повышения эффективности производства.

Является необходимым условием снижения уровня промышленного загрязнения окружающей среды.

Существует два пути утилизации металлических отходов: без переплава и с переплавом. В соответствии с этим отходы можно подразделить на следующие две основные группы: деловые (кусковые) отходы сортового и листового проката, используемые для изготовления новых образцов или предназначенные для передачи другим предприятиям; металлолом и стружка.

Очевидно, что утилизация отходов без переплава является более рациональной, поскольку в этом случае отпадает необходимость в их переработке, связанной с большими энергозатратами и отрицательно воздействующей на окружающую среду.

Переработка металлических отходов с переплавом является основным путем их утилизации. Выплавка вторичных металлов из скрапа - амортизационного лома, т.е. металлолома, получаемого от амортизации и морального износа металлических конструкций, машин и т.д., и производственных отходов (обрезков, стружки и т.п.) представляет собой самую крупную сферу потребления, твердых отходов в промышленности [23].

Многие предприятия сейчас внедряют новейшие технологии в процесс эксплуатации, отчистки и утилизации отходов производства. Так, внедрение различных установок для контактной сварки в автомобилестроении значительно упрощают процесс изготовления и ремонта деталей кузовов машин. Также контактную сварку используют в вагоностроении, судостроении и авиастроении. Применение контактной сварки значительно сокращает время изготовления деталей, но приводит к увеличению затрат электроэнергии, количества электростанций и их мощностей. Соответственно, рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы и водного бассейна Земли вредными и ядовитыми веществами, опасность аварий в ядерных реакторах, изменение ландшафта Земли. Целесообразным является разработка и внедрение систем с малым потреблением энергии. Применение конденсаторов позволяет снизить

потребляемую мощность, в 2-3 раза по сравнению с трансформаторными контактными машинами.

При написании дипломного проекта были следующие отходы: использованная бумага и шариковые ручки, которые в ходе их непригодности выкидывались в мусорное ведро, а затем и в мусорный контейнер. Вредных выбросов в водные источники и атмосферу не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.

4.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: сложность технологий, недостаточная квалификация персонала, проектно-конструкторские недоработки, физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны.

Инженерно-технические мероприятия должны обеспечивать повышенную устойчивость промышленных зданий и сооружений при наступлении чрезвычайных ситуаций.

Должны проводиться организационные мероприятия, которые предусматривают заблаговременную разработку и планирование действий персонала или личного состава штаба, служб и формирований государственной обороны в условиях возникновения чрезвычайной ситуации.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения, предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

Противопожарная защита – это комплекс организационных и технологических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожаров.

Пожар – неконтролируемое горение, приводящее к ущербу и возможным человеческим жертвам. Опасными факторами пожара, воздействующими на людей являются: открытый огонь; искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения, дым; пониженная концентрация кислорода.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

В целях безопасности в помещениях имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение спец. Защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели).

План эвакуации людей из лаборатории производственного корпуса показан на рисунке 15.

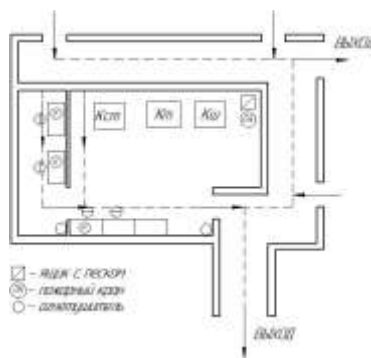


Рисунок 16. План эвакуации при пожаре.

4.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности и социальной защиты работников на предприятии

Все требования по технике безопасности можно разделить на следующие виды: требования безопасности к сварочному оборудованию, предупреждение травматизма, требования к вентиляции помещения, противопожарная безопасность.

К электросварочному оборудованию предъявляются следующие требования безопасности. Электросварочная установка всегда должна иметь паспорт, инструкцию по эксплуатации, инвентарный номер. Электроустановки включаются в электросеть только при помощи пусковых устройств. Включать в электросеть и отключать от нее электросварочные установки, а также производить ремонтные работы должны только электромонтеры. Прочему персоналу эти операции производить запрещается. Необходимо постоянно следить за исправностью изоляции питающих проводов, отсутствием оголенных токоведущих частей, а также за целостностью заземляющего провода. Состояние изоляции должно проверяться мегомметром не реже одного раза в месяц. Размещение сварочного оборудования, а также расположение и конструкция его узлов и механизмов должны обеспечивать безопасный и свободный доступ к нему.

Все электрооборудование должно быть заземлено. Заземление выполняется с целью обеспечения безопасности людей при нарушении изоляции

токоведущих частей, для обеспечения нормальных режимов работы установки, для защиты электрооборудования от перенапряжений, для молниезащиты зданий и сооружений. Надежность заземления проверяется путем замеров.

Наиболее распространенными средствами индивидуальной защиты от различных вредных и опасных факторов является спецодежда, спецобувь, предохранительные приспособления.

Для предохранения тела от ожогов основной защитой является использование специальной одежды и обуви. Костюм и рукавицы должны быть исправными. Костюм одевается с напуском брюк на обувь, чтобы не оставалось незащищенных частей тела. Наиболее подходящей обувью являются ботинки без шнурков с гладким верхом и застежкой сзади либо с резиновыми растягивающими боковинами. Пользование рукавицами предохраняет руки одновременно от ожогов и от порезов об острые кромки металла. В качестве защитных средств от действия излучения дуги, кроме спецодежды, используются маска или шлем. Глаза защищаются от излучения специальными темными стеклами, светофильтрами, вставленными в щиток или шлем, которым сварщик защищает лицо во время сварочных работ.

К проведению сварочных работ разрешается допускать сварщиков после соответствующего обучения, имеющих удостоверение на право выполнения данного вида сварочных работ, прошедших инструктаж и проверку знаний техники безопасности с оформлением в специальном журнале, а также прошедших медицинский осмотр. Запрещается выполнять электросварочные работы лицам, не достигшим 18-летнего возраста. Все сварщики должны ежегодно проходить проверку знаний инструкции по охране труда.

Не подготовленному персоналу категорически запрещается исправлять силовые электрические цепи. Не разрешается скручивать сварочные провода и использовать провода с поврежденной изоляцией. Запрещается выполнять сварочные работы вблизи взрывоопасных и огнеопасных материалов. Не разрешается загромождать, закрывать пожарные проезды и проходы к пожарному инвентарю, оборудованию и пожарным кранам. Персоналу

необходимо уметь пользоваться средствами огнетушения и применять их в соответствии с инструкциями в зависимости от характера горящего вещества и вещества огнетушителя. Во время работы сварщик обязан закрывать лицо щитком или шлемом со специальными защитными стеклами, для защиты кожи от ожогов работать в спецодежде и рукавицах.

Проверка сварочного аппарата должна производиться в следующие сроки. Наружный осмотр каждый раз перед работой. Ревизия с разборкой и проверкой – не реже двух раз в год.

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.

Требования к размещению машин для контактной точечной сварки, организации рабочих мест и к производственным помещениям – в соответствии с [24].

Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами или экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежную защиту.

Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м.

Ширина проходов между контактными машинами должна быть: при расположении рабочих мест друг против друга для точечных и шовных машин - не менее 3 м, при расположении машин тыльными сторонами друг к другу - не менее 1 м, при расположении машин передними и тыльным и сторонам и друг к другу - не менее 1,5 м.

Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять

санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека.

Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.

Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств.

Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты.

Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих излучение сварочной дуги (коэффициент отражения рекомендуется не более 0,4).

Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности.

Высота помещений должна быть не менее 4,2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2,2 м от пола.

Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были разработаны и спроектированы клещи, обладающие прямолинейной траекторией движения электродов, развивающие высокие значения усилия сжатия деталей, при этом их вес не превышает 10 кг, а конструкция технологична при изготовлении.

Для облегчения конструкции, большинство деталей будет изготавливаться из алюминиевого сплава Д16.

Большой вылет электродов и компактность установки наряду с маленьким весом, позволяют вести сварку в труднодоступных местах, где применение контактной сварки ограничено.

Благодаря прямолинейной траектории движения электродов, возрастет качество сварных точек.

Электрическая часть компактных клещей для контактной точечной сварки требует дальнейших разработок и исследований по данной тематике.

Список использованных источников

1. А.С. Климов, И.В. Смирнов (и др.). Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки: Учебное пособие, 2011. – С. 8-61.
2. М.Д. Банов. Технология и оборудование контактной сварки: Учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования, - 4-е изд. – М: Издательский центр «Академия», 2009. – С. 78-80
3. Б.Д. Орлов, Ю.В. Дмитриев, А.А. Чакалев (и др.). Технология и оборудование контактной сварки: Учебное пособие, 1975. – С. 186-190.
4. Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев (и др.). Сварка. Резка. Контроль: Справочник в 2-х томах / Под общ. Редакцией С24 Н.П Алешина, Г.Г. Чернышева. –М.: Машиностроение, 2004. – С. 366-383.
5. Кузнецов М. А. Разработка компактных клещей для контактной точечной сварки: дипломный проект / М. А. Кузнецов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт неразрушающего контроля (ИНК), Кафедра оборудования и технологии сварочного производства (ОТСП) ; науч. рук. А. С. Гордынец. — Томск, 2016.
6. С.Н. Кожевников, Я.И. Есипенко, Я.М. Раскин. Механизмы: Справочник. Изд. 4-е, перераб. и доп. Под ред. С.Н Кожевникова М.: Машиностроение, 1976. – С. 80.
7. ГОСТ 3128-70. Штифты цилиндрические незакаленные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3).
8. ГОСТ 15878-79. Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры.
9. ГОСТ 1759.4-87. Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний.
10. ISO 10243. Пружина инструментальная.
11. ГОСТ 28963-91. Винты с внутренним шестигранником в полукруглой головке. Метрическая серия. Технические условия.

12. ГОСТ 12205-66. Приспособления станочные. Ножки низкие. Конструкция (с Изменениями N 1, 2).
13. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
14. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
15. ГОСТ 12.1.035–81. ССБТ. Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений.
16. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
17. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
18. ГН 2.2.5.3532–18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
19. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
20. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. М.: Энергия, 1990. – с.336.
21. ГОСТ 12.4.250-2013. ССБТ. Одежда специальная от искр и брызг расплавленного металла.
22. Методические указания по определению эколого-экономической эффективности технологических процессов и производств в дипломных работах. – Москва: 1985 – 98с.
23. Ансеров Ю.М., Дурнев В.Д. Машиностроение и охрана окружающей среды. - Ленинград: Машиностроение, 1989. - 224 с.
24. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

Приложение А

Section (2) Design part

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ВМ71	Кузнецов Михаил Александрович		

Консультант – лингвист отделения электронной инженерии ИШНКБ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Смирнова У.А.			

2 Design part

After analyzing the literature, studying the advantages and disadvantages of the mite designs used for manual compression, the mechanism with the radial stroke of the electrode, shown in Figure 2, was selected.

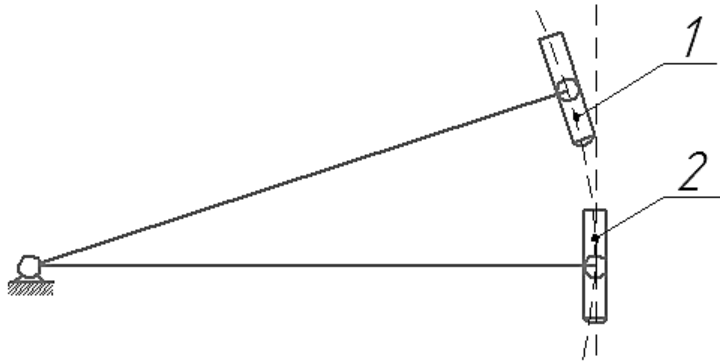


Figure 2 - Kinematic diagram of the radial stroke.

1 - the initial position; 2 - the final position.

A dual movable trunk, shown in Figure 3, was applied, which maintains the verticality of the axis of the upper electrode when the electrodes are compressed, in order to avoid an angular displacement of the upper electrode relative to the vertical axis at the moment of compression.

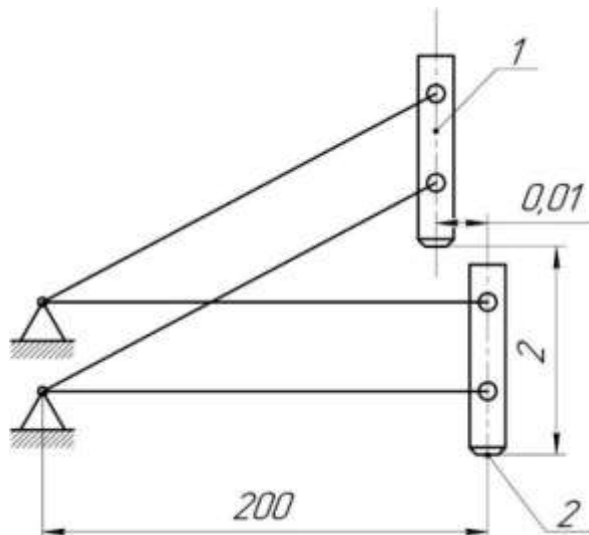


Figure 3 - Kinematic scheme of a double moving trunk of radial contact pincers.

1 - the initial position; 2 - the final position.

The advantage of this scheme is the absence of rotation of the upper electrode relative to the vertical axis and a small displacement of the upper electrode relative to the lower electrode in the horizontal plane.

Figure 4 shows the offset of the vertical axis of the upper electrode relative to the vertical axis of the lower electrode when welding parts with thicknesses equal to 1 mm.

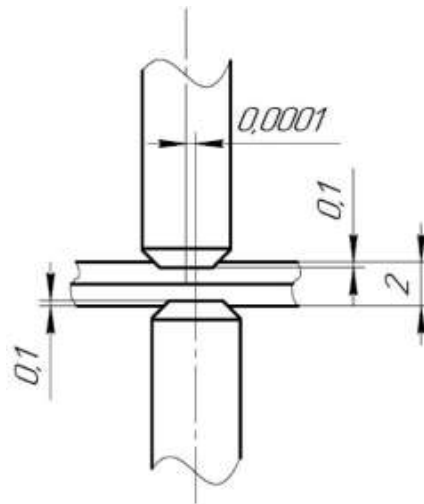


Figure 4 - Axial displacement of the electrodes.

The depth of the dent should not exceed 20 % of the thickness of the parts [2].

With the departure of electrodes equal to 200 mm, the displacement of the axes of the electrodes during precipitation for parts with thicknesses of 1 mm is only 0.0001 mm.

Since this offset does not affect the contact area of the working surfaces of the electrodes and it is very small, it can be neglected.

To create a standardized compression force of the electrodes, necessary for welding steels with thicknesses up to 1 mm (100-150 kg), a system of levers was developed, with a normalizing mechanism.

The lever-type device, the kinematic scheme of which is shown in Figure 5, is the best option for manual compression drive.

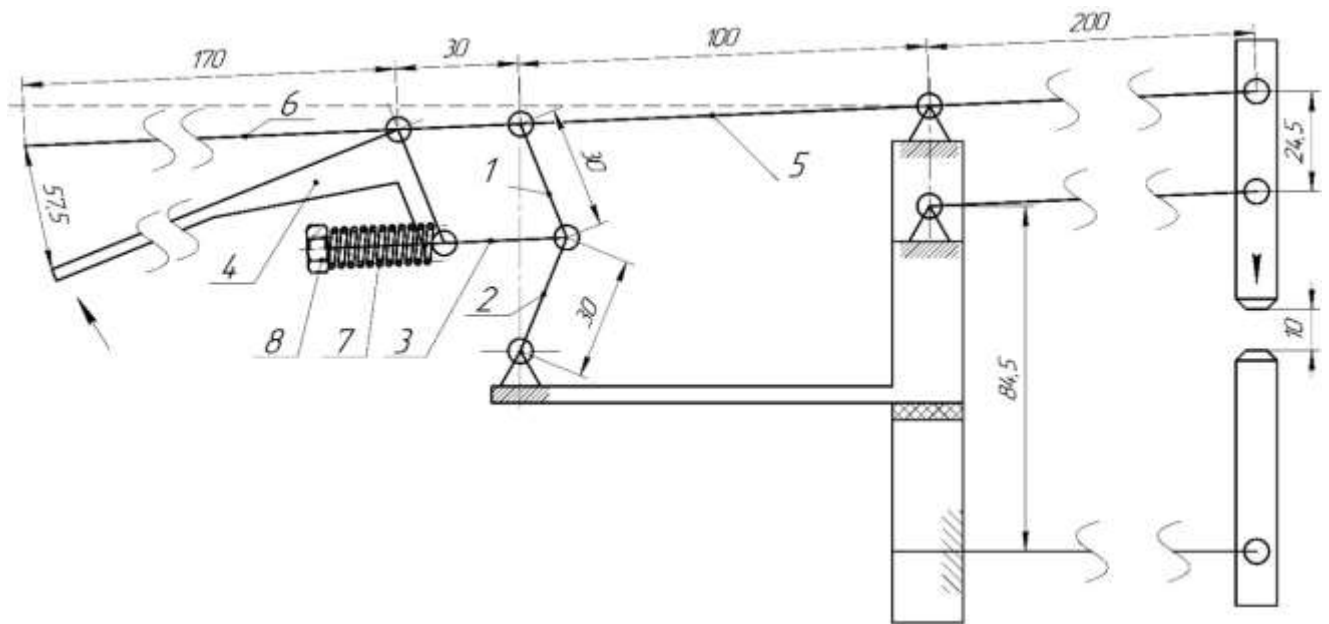


Figure 5 - Kinematic diagram of the system of levers.

When turning trigger 4, movable trunk 5 moves through thrust 3 and levers 1 and 2. A compression force between the electrodes of 150 kg is created when trigger 4 is pressed against the fixed handle 6 with a force of 10 kg. The compression force is normalized using a normalizing spring 7 and is adjusted using an adjusting nut 8. Through a system of levers, the compression force is transformed and increases non-linearly, reaching the required values, while the distance traveled by the electrode decreases non-linearly during compression.

In contact spot welding, large compression forces are needed immediately before welding and during welding, and small movement of levers 1 and 2 during the trigger pressure (when the electrodes are closed) does not have a negative effect and contributes to a smoother pressing of the electrodes to the workpieces and reducing wear of tongs and electrodes.

A schematic representation of a system of levers creating the necessary compressive force is shown in Figure 6.

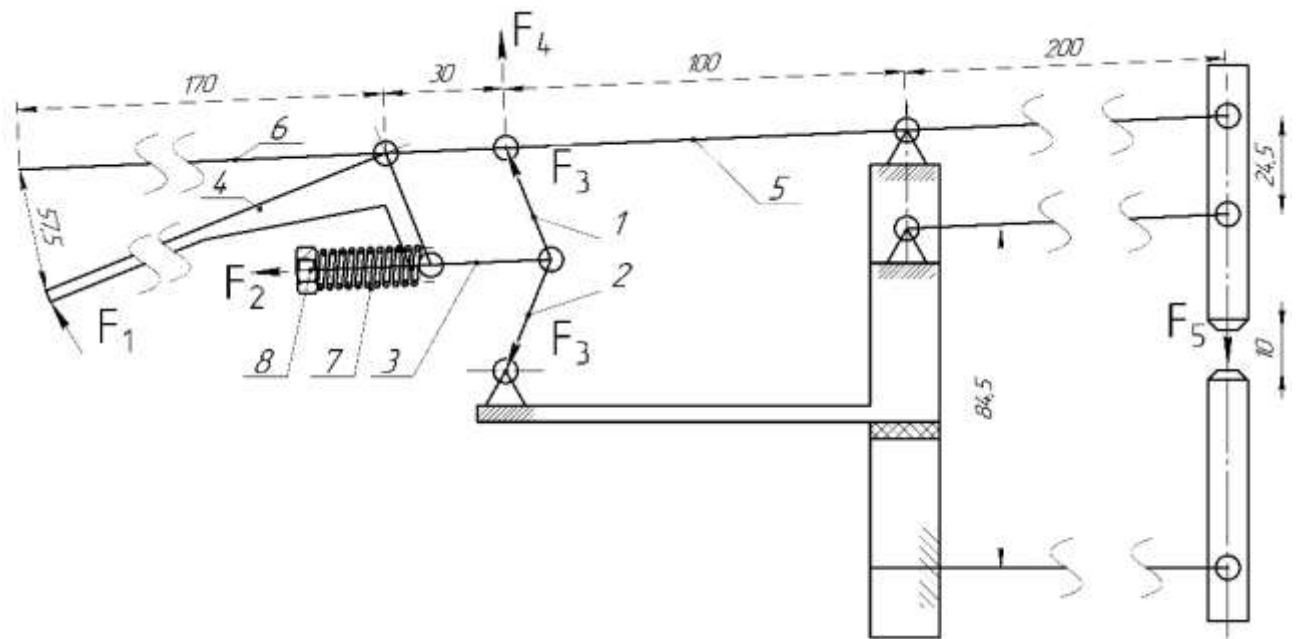


Figure 6 - Schematic representation of the system of levers, creating the necessary compression force of the electrodes.

A force $F_1 = 10$ kg is applied to the movable handle, which is transmitted through the lever of the handle to the normalizing spring and is expressed by the equation (1):

$$F_2 l_2 = F_1 l_1, \quad (1)$$

$$F_2 = \frac{F_1 l_1}{l_2}.$$

Further, the normalized force is transmitted to levers 1 and 2 and is expressed using equation (2):

$$F_2 = 2 \cdot F_3 \cdot \sin \alpha, \quad (2)$$

$$F_3 = \frac{F_2}{2 \cdot \sin \alpha}.$$

The scheme of action of the forces on the compression drive levers of the developed installation is shown in Figure 7.

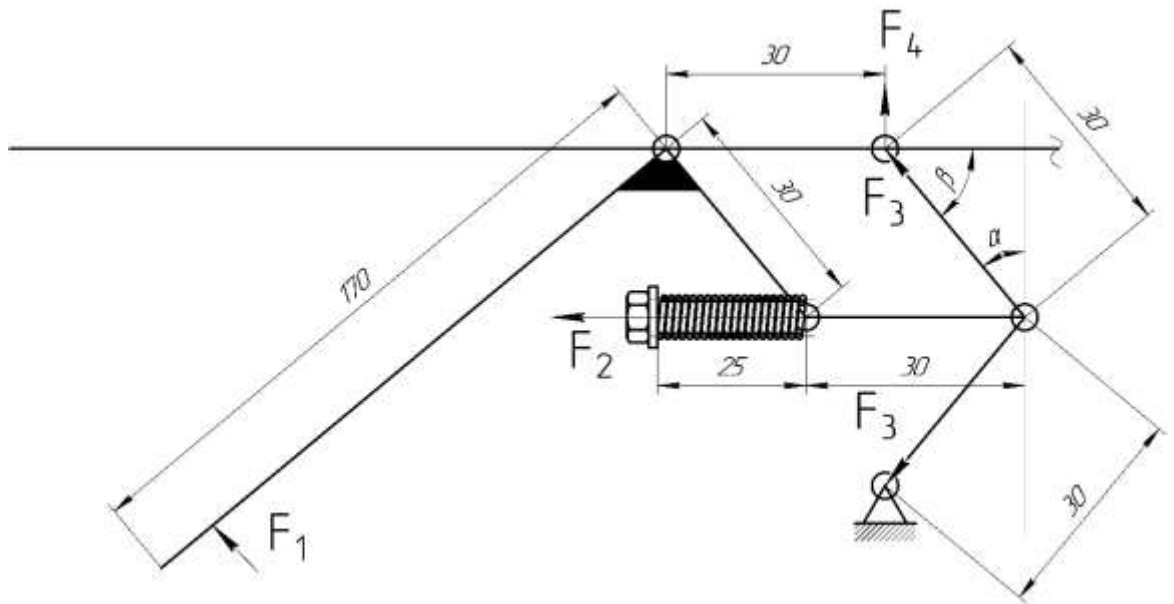


Figure 7 - Diagram of the force in the levers of the manual compression drive

The force acting on the movable trunk is determined by the formula (3):

$$F_4 = 2 \cdot F_3 \cdot \sin \beta. \quad (3)$$

Next, the compression force of the electrodes is determined:

$$F_5 l_4 = F_4 l_3,$$

$$F_5 = \frac{F_4 l_3}{l_4}.$$

To obtain approximate values of the forces arising between the electrodes when the trigger is pressed, the following values are accepted: $\alpha = 5^\circ$ and $\beta = 75^\circ$.

$$F_2 = \frac{F_1 l_1}{l_2} = \frac{10 \cdot 170}{30} = 56,6 \text{ kg},$$

$$F_3 = \frac{F_2}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{56,6}{2 \cdot 0,09} = 314,4 \text{ kg},$$

$$F_4 = 2 \cdot F_3 \cdot \sin \beta = 314,4 \cdot 0,96 = 302 \text{ kg},$$

$$F_5 = \frac{F_4 l_3}{l_4} = \frac{302 \cdot 100}{200} = 151 \text{ kg}.$$

The normalizing spring will retain the necessary compressive force, contracting with increasing load above the permissible limits.

The proposed design of ticks has all the advantages of installations with a radial stroke and is free from their disadvantages.

Designed tongs have a simple and reliable design, with the ability to adjust the compression force of the electrodes depending on the thickness of the parts to be welded. Due to the presence of a double moving trunk, they prevent splashes during welding, thereby improving the quality of the welded points.

For the further design of ticks, it is necessary to make a strength calculation of elements perceiving various types of loading, to select the necessary sections and materials.

The development and design of tick elements were carried out using the KOMPAS 3D V17.1 program.

2.1 Strength calculation of the elements of the installation, providing a straight line path of the electrode

For all elements of the developed mites, it is necessary to select sections and materials based on the conditions of strength and rigidity.

For the upper trunk, BrH bronze and a round section are adopted.

The calculation of the upper trunk bending strength:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq \frac{[\sigma_T]}{5}, \quad (4)$$

where M is the bending moment acting on the lever, $N \cdot mm$;

W is the axial moment of resistance, mm^3 ;

$[\sigma_T]$ is the yield strength, for BrH bronze $[\sigma_T] = 412 \text{ MPa}$.

Bending moment acting on the trunkis:

$$M = F \cdot l, \quad (5)$$

$$M = 1500 \cdot 200 = 300000 \text{ H}\cdot\text{mm}$$

Axial moment of resistance for round sectionis:

where d_3 is the diameter of the trunk, $d = 35 \text{ mm}$ is assumed.

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (6)$$

$$W = \frac{3,14 \cdot 35^3}{32} = 4207 \text{ mm}^3.$$

The obtained values are substituted into the formula for calculating the strength:

$$\sigma = \frac{300000}{4207} = 71,3 \text{ MPa},$$

$$71,3 \text{ MPa} \leq 82,4 \text{ MPa}.$$

The strength condition is satisfied.

Checking the upper trunk for bending stiffness:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{F \cdot l^4}{E \cdot I_z}, \quad (7)$$

where I_z is the axial moment of inertia, mm^4 ;

E is the modulus of elasticity, for BrH bronze $E = 1,15 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$.

The axial moment of inertia is determined for a circular section of the trunk:

$$I_z = \frac{\pi \cdot d^3}{64}, \quad (8)$$

$$I_z = \frac{3,14 \cdot 35^4}{64} = 73624,4 \text{ mm}^4.$$

The obtained values are substituted into the formula for calculating the stiffness of the obtained values:

$$f = \frac{1}{3} \cdot \frac{1500 \cdot 200^4}{1,15 \cdot 10^{11} \cdot 73624,4} = 0,0001 \text{ mm}.$$

The stiffness condition is satisfied.

To connect the movable trunk and the guide arm with the body of tongs, pins 6×60 [7] are used. When compressing the electrodes in the pins, stresses of shear and shear occur.

Calculation of pins for shear:

$$\tau_{sh} = \frac{F}{A_{sh}} \leq [\tau_{sh}], \quad (9)$$

where τ_{sh} is the ultimate strength at shear, MPa;

$[\tau_{sh}]$ is the allowable ultimate strength at shear, for steel 45 $[\tau_{sh}] = 80 \text{ MPa}$;

A_{sh} is the cross-sectional area of the pin, mm^2 . Since the pin is experiencing shear stress along two planes, then:

$$A_{sh} = \frac{\pi \cdot d^2}{2}, \quad (10)$$

where d is the diameter of the pin, taken $d = 6$ mm;

$$A_{sh} = \frac{3,14 \cdot 36}{2} = 56,52 \text{ mm}^2,$$

$$\tau_{sh} = \frac{1500}{56,52} = 26,53 \leq 80 \text{ MPa}.$$

The shear strength condition is satisfied.

Check the strength of the pin for crushing:

$$\sigma_{cr} = \frac{F}{A_{cr}} \leq [\sigma_{cr}], \quad (11)$$

where σ_{cr} is the crushing stress, MPa;

$[\sigma_{cr}]$ is the allowable tensile strength at collapse, $[\sigma_{cr}] = 240$ MPa;

A_{cr} is the cross-sectional area of the pin along two planes, mm^2

$$A_{cr} = 2 \cdot (b_p \cdot d_1), \quad (12)$$

$$A_{cr} = 2 \cdot (10 \cdot 6) = 120 \text{ mm}^2,$$

where b_p is the thickness of the mounting pins, mm;

The obtained values are substituted into the formula for calculating the pins on collapse:

$$\sigma_{cr} = \frac{1500}{120} = 12,5 \leq 240 \text{ MPa}.$$

The condition of durability at crushing is fulfilled.

To connect the movable trunk and the guide arm with the upper electrode holder, pins 8×45 and 6×45 [7] are used.

Calculation of pins for shear:

$$\tau_{cr} = \frac{F}{A_{cr}} \leq [\tau_{cr}], \quad (13)$$

where τ_{cr} is the ultimate strength at shear, MPa;

$[\tau_{cr}]$ is the admissible shear strength, for steel 45 $[\tau_{cr}] = 80$ MPa;

A_{cr} is the cross-sectional area of the pin, mm^2 . Since the pin with a diameter of 4 mm is experiencing shear stress along two planes, then:

$$A_{cr} = \frac{\pi \cdot d^2}{2}, \quad (14)$$

where d is the diameter of the pin, mm;

$$A_{cr} = \frac{3,14 \cdot 36}{2} = 56,52 \text{ mm}^2,$$

The obtained values are substituted into the formula for calculating the pins for shear:

$$\tau_{cr} = \frac{1500}{56,52} = 26,54 \leq 80 \text{ MPa.}$$

Check the strength of the pin for crushing:

$$\sigma_{cr} = \frac{F}{A_{cr}} \leq [\sigma_{cr}], \quad (15)$$

$$A_{cr} = 2 \cdot (b_p \cdot d_1),$$

$$A_{cr} = 2 \cdot (5 \cdot 6) = 60 \text{ mm}^2,$$

$$\sigma_{cr} = \frac{1500}{60} = 25 \leq 240 \text{ MPa.}$$

The condition of durability at crushing is fulfilled.

The upper electrode holder is made of BrH bronze.

Calculation of the electrode holder for collapseis:

$$\sigma_{cr} = \frac{F}{A_{cr}} \leq [\sigma_{cr}],$$

The cross-sectional area of the electrode holderis:

$$A_{cr} = 2t \cdot (b - n \cdot D_1) \quad (17)$$

where t is the fastening thickness for pins, mm;

b is the height of the electrode holder, mm;

n is the number of holes;

D is the hole for the pin, mm;

$$A_{cr} = 2 \cdot 5 \cdot (32,5 - 2 \cdot 6) = 205 \text{ mm}^2,$$

$$\sigma_{cr} = \frac{1500}{205} = 7,3 \leq 120 \text{ MPa.}$$

The condition of durability at crushing is fulfilled.

Next comes the selection of the material and the shape of the electrodes.

The recommended dimensions of the electrodes in contact spot welding are assigned in accordance with [8]. Bronze electrodes of the BrH brand, with a flat contact surface are accepted and the outer diameter of the electrode is $D_e = 12$ mm, the diameter of the working surface is $d_e = 5$ mm with thicknesses of welded parts up to 1 mm inclusive.

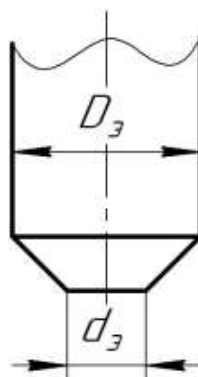


Figure 8 - dimensions of the electrode with a flat working surface.

The electrodes will have a cylindrical seating surface, since they are more economically viable [3].

Electrodes are fixed in electrode holders with the help of clamping plates made of BrH and screws $M6 \times 0.5 \times 18$ of steel 08X18H10 according to [9].

The cross section and diameter of the lower trunk are assumed to be identical to the values of the upper trunk.

The lower trunk is isolated from the body using textalite sleeves with washers and plates.

The bottom trunk is fixed between two aluminum pads with four $M6 \times 80$ bolts made of 08X18H10 stainless steel, selected in accordance with [9] and operating under loads up to 270 kg.

After carrying out the strength calculations and the appointment of sections and materials of all parts carrying different types of loading, the part of the contact pliers, providing a straight path of the electrode, will look like this:

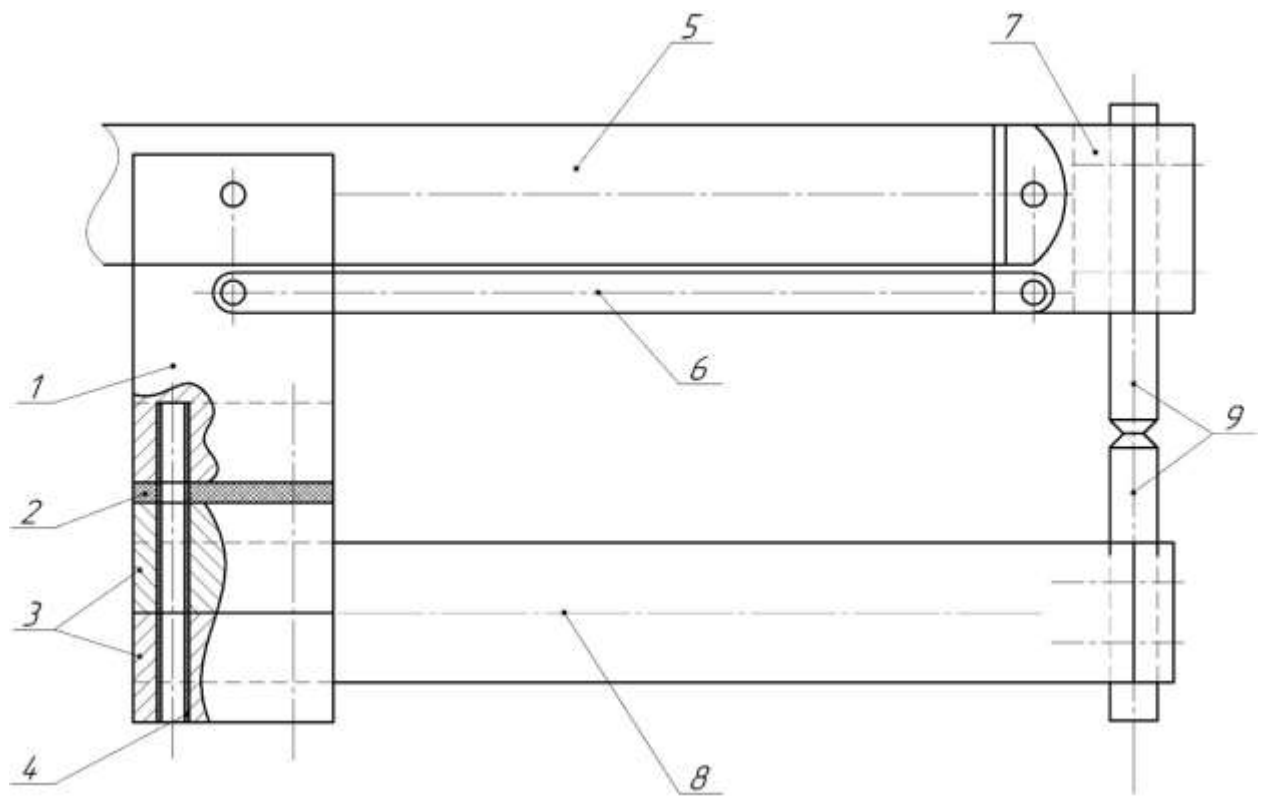


Figure 9 - Elements of contact tongs, providing a straight course of the electrodes.

- 1 - case; 2 - dielectric plate; 3 - block; 4 - dielectric sleeve; 5 - upper trunk;
- 6 - guide lever; 7 - electrode holder; 8 - the lower trunk; 9 - electrode.

Приложение Б

Чертеж установки

Перв. примен.		Стр. №		Подп. и дата		Инв. № д/д/л		Взам. инв. №		Подп. и дата		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																																													
<u>Документация</u>																																																																															
A3																ФЮРА.683212 СБ																Сборочный чертеж																																															
A3																ФЮРА.683212 В0																Чертеж общего вида																																															
<u>Детали</u>																																																																															
A4																1																ФЮРА.683212.001																Станина																1															
A4																2																ФЮРА.683212.002																Верхний ходот																1															
A4																3																ФЮРА.683212.003																Рычаг направляющий																1															
A4																4																ФЮРА.683212.004																Электрододержатель																1															
A4																5																ФЮРА.683212.005																Фиксатор верхнего электрода																1															
A4																6																ФЮРА.683212.006																Нижний ходот																1															
A4																7																ФЮРА.683212.007																Верхняя колодка																1															
A4																8																ФЮРА.683212.008																Колодка нижняя																1															
A4																9																ФЮРА.683212.009																Фиксатор нижнего электрода																1															
A4																10																ФЮРА.683212.010																Курок																1															
A4																11																ФЮРА.683212.011																Регулировочный болт																1															
A4																12																ФЮРА.683212.012																Верхний рычаг																1															
A4																13																ФЮРА.683212.013																Нижний рычаг																1															
A4																14																ФЮРА.683212.014																Диэлектрическая пластина																1															
A4																15																ФЮРА.683212.015																Шина электрододержателя																1															
A4																16																ФЮРА.683212.016																Каркас корпуса																1															
A4																17																ФЮРА.683212.017																Передняя стенка корпуса																1															
A4																18																ФЮРА.683212.018																Задняя стенка корпуса																1															
A4																19																ФЮРА.683212.019																Шарнир																1															
																																																ФЮРА.683212 СП																															
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата		Компактные клещи для контактной точечной сварки Спецификация																Лит.		Лист		Листов																																																	
Разраб.		Кузнецов																										1		2																																																	
Проб.		Гордынец																																																																													
Н.контр.																																																																															
Утв.																				ТПУ гр. 1ВМ71																																																											

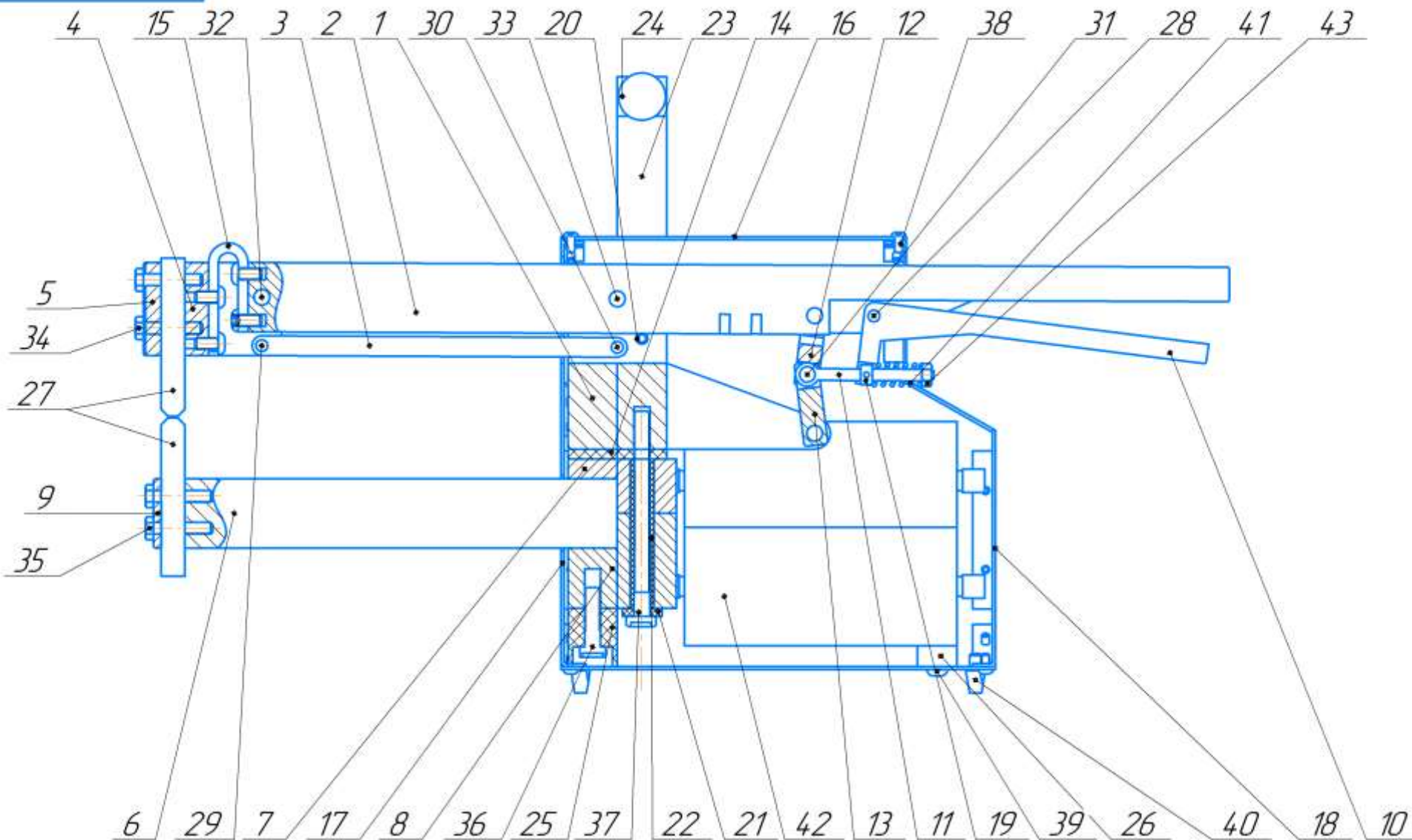
Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
A4		20	ФЮРА.683212.020	Капролоновая шайба ручки	4	
A4		21	ФЮРА.683212.021	Капролоновая шайба	8	
A4		22	ФЮРА.683212.022	Капролоновая втулка	4	
A4		23	ФЮРА-683212.023	Крепление ручки	2	
A4		24	ФЮРА.683212.024	Ручка станины	1	
A4		25	ФЮРА.683212.025	Опора станины	1	
A4		26	ФЮРА.683212.026	Конденсаторная опора	1	
A4		27	ФЮРА.683212.027	Электрод	2	
				<i>Стандартные изделия</i>		
		28		Parallel pin ISO 2338-6 h8 x 30	1	
		29		Parallel pin ISO 2338-6 h8 x 45	1	
		30		Parallel pin ISO 2338-6 h8 x 60	1	
		31		Parallel pin ISO 2338-8 h8 x 40	2	
		32		Parallel pin ISO 2338-8 h8 x 45	1	
		33		Parallel pin ISO 2338-8 h8 x 60	2	
		34		Болт 4М6х20 ГОСТ 15589-70	8	
		35		Болт 4М6х25 ГОСТ 15589-70	6	
		36		Болт 4М8х30 ГОСТ 15589-70	2	
		37		Болт 4М8х100 ГОСТ 15589-70	4	
		38		Винт М4х8 ГОСТ 28963-91	28	
		39		Винт М6х12 ГОСТ 28963-91	2	
		40		Ножка 7034-0174 ГОСТ 12205-66	4	
		41		Пружина 2,5х12,5х25х5 ISO10243	1	
		42		Конденсатор	4	
		43		Гайка М6-6Н.35 ОСТ 92-0742-72	1	

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ФЮРА.683212 СП

Лист
2

ФЮРА.683212 СБ



ФЮРА.683212 СБ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Кузнецов				
Пров.		Гордынец				
Т.контр.						
Исполн.						
Утв.						
Клеци Сборочный чертёж				Лист	Масса	Максимум
						11
				Лист	Листов	1
				ТПУ г.р.ВМ71		
				Формат А3		

Копировал

Формат А3

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены
Имя № листа Лист и дата
Имя № докум. Лист и дата
Имя № листа Лист и дата

Гордынец

Стороб №

Лист и дата

Лист и дата

Лист и дата

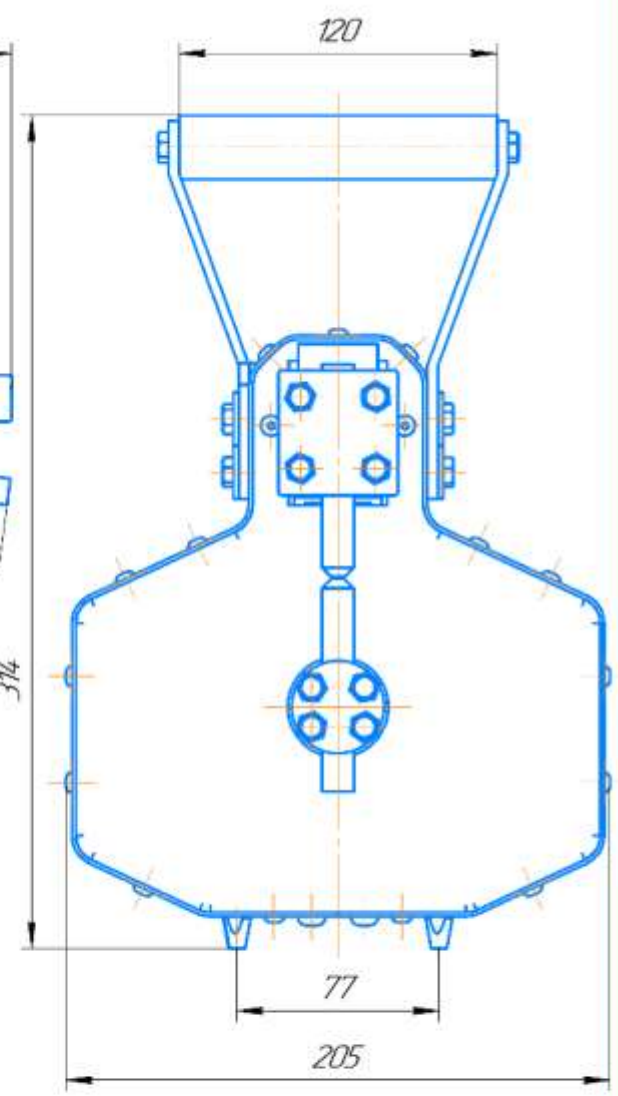
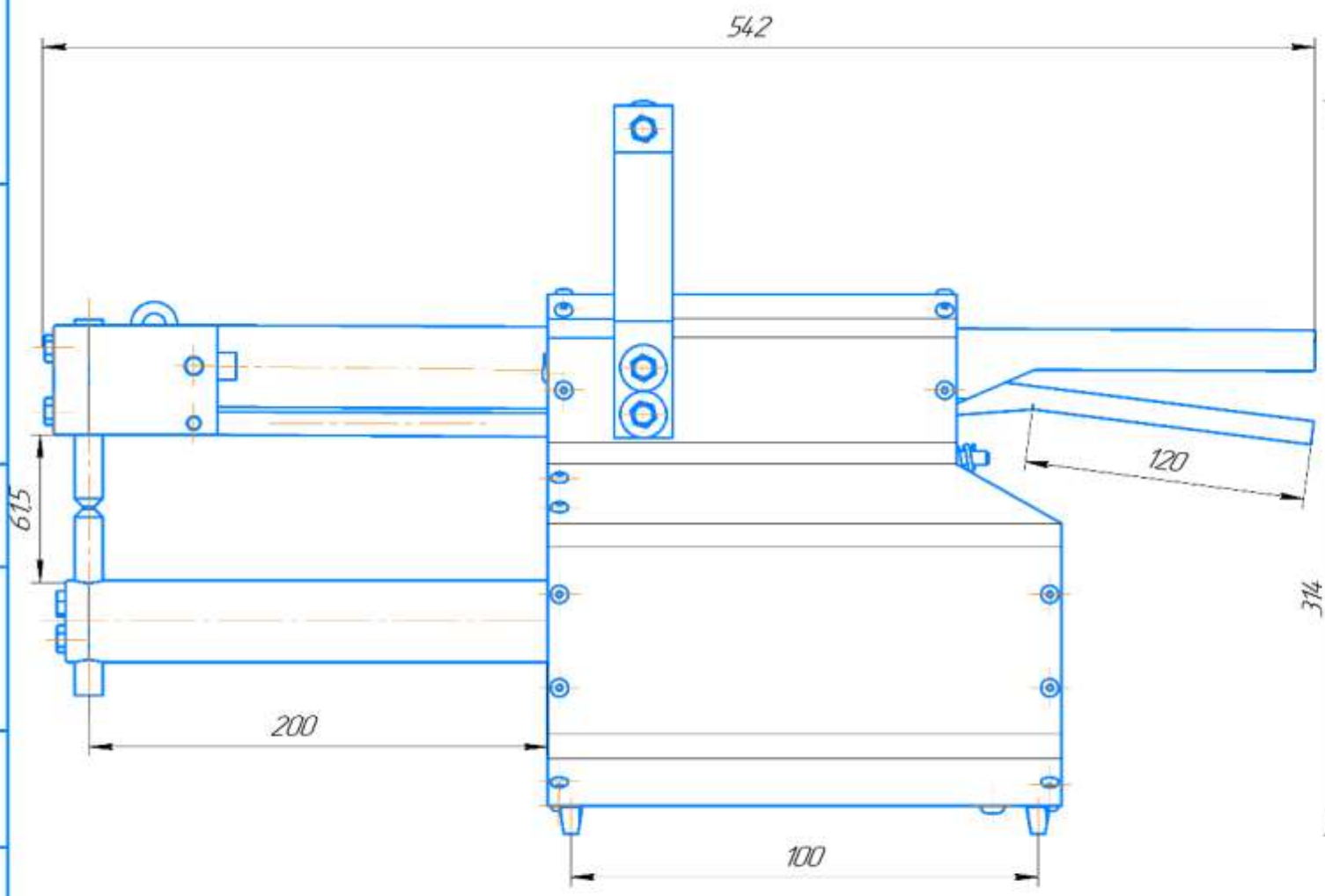
Не для коммерческого использования

ФЮРА.683212 В0

Листов графичен

Графич №

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Имя № листа Листы и дата Имя № листа Листы и дата Имя № листа Листы и дата



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Чтв.				

ФЮРА.683212 В0

Компактные клещи
 для контактной
 точечной сварки

/шт	Масса	Масштаб
		2:1
Лист	Листов	1

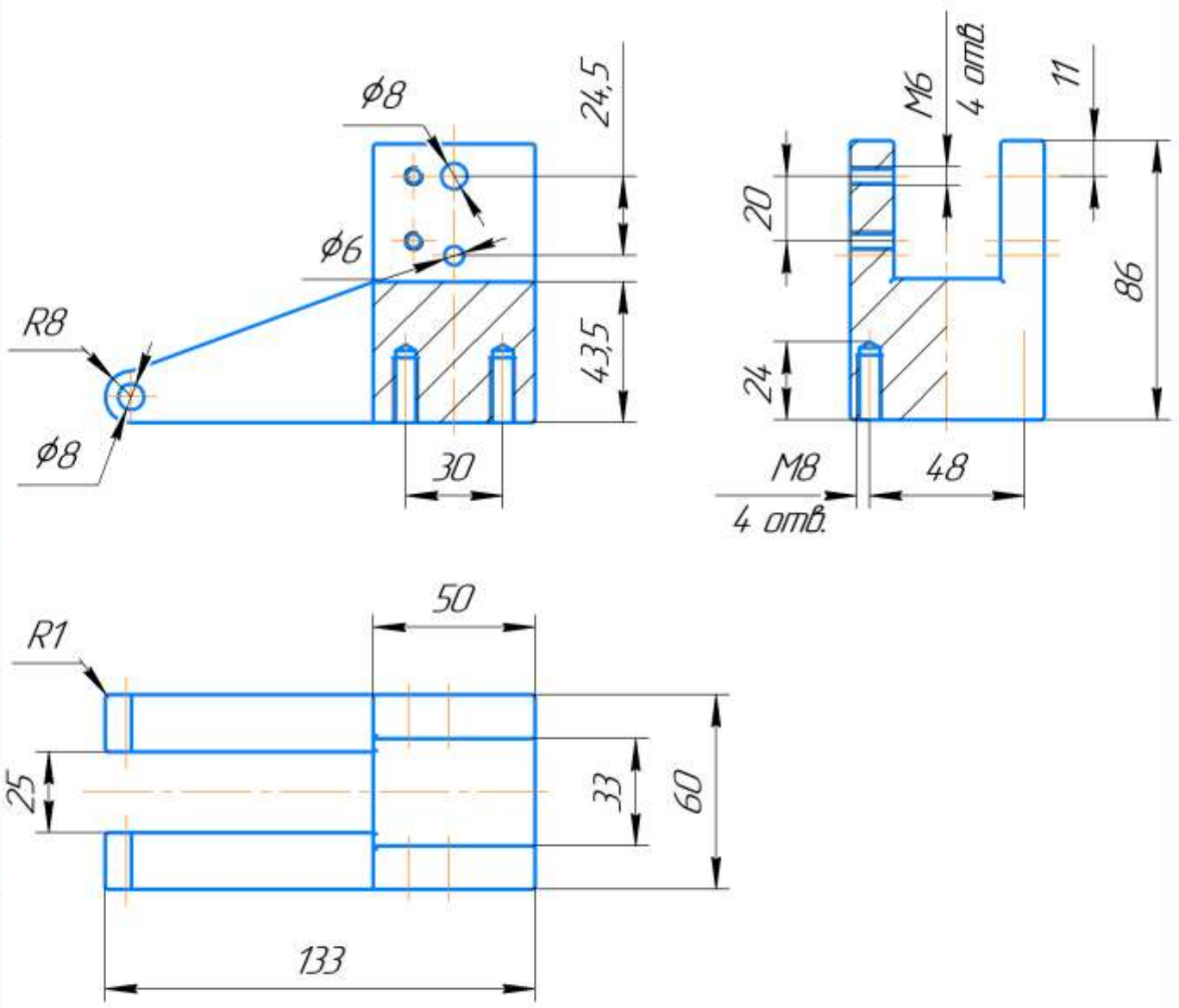
ТПУ
 гр.1ВМ71

Копирован

Формат А3

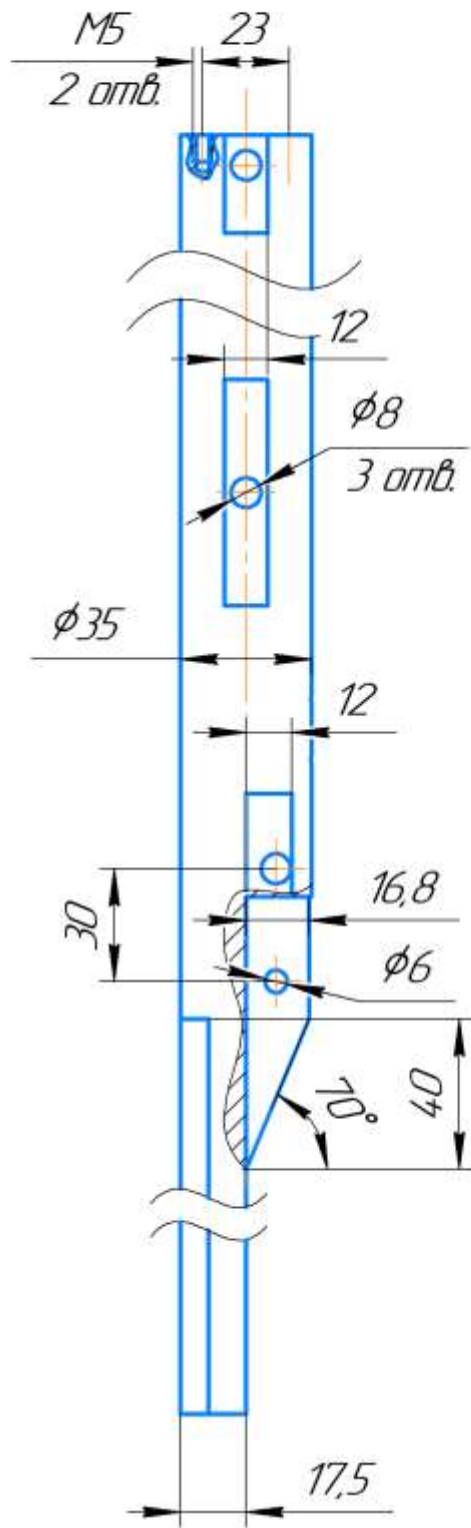
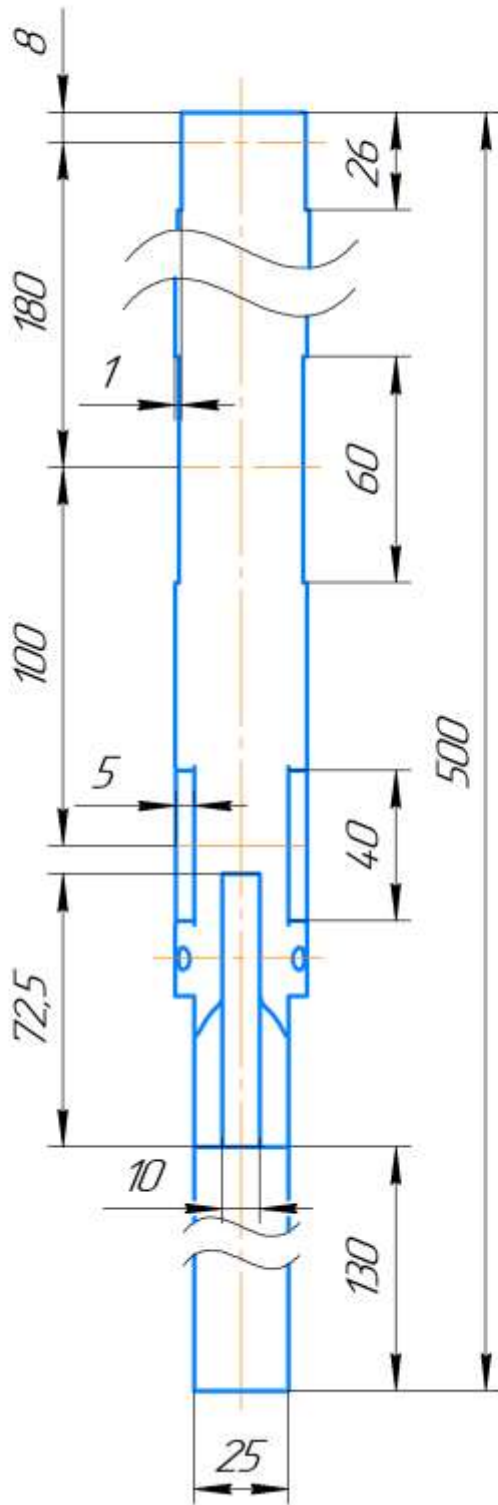
Не для коммерческого использования

ФЮРА.683212.001



ФЮРА.683212.001				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Кузнецов			
Проб.	Гордынец			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
Станина			Лист	Масса
Д16 ГОСТ 4784-97			1	0,72
			Листов	1
			Масштаб	1:2

ФЮРА.683212.002



ФЮРА.683212.002

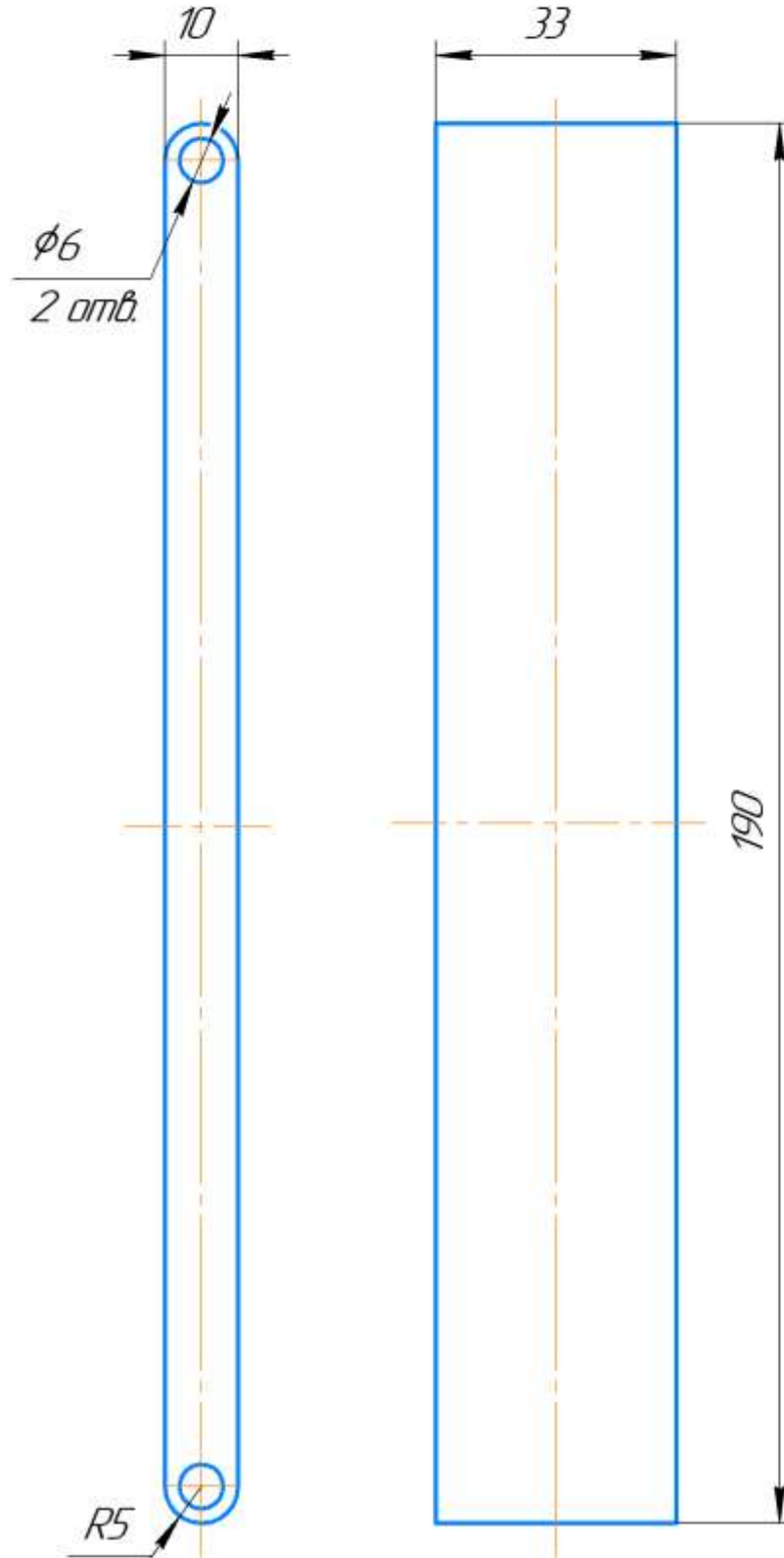
верхний ходот

БРАЖ9-4 ГОСТ 18175-78

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Пров.		Гордынец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Лит.	Масса	Масштаб
	2,35	1:2
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.003



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дубля

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Кузнецов		
		Горьинец		

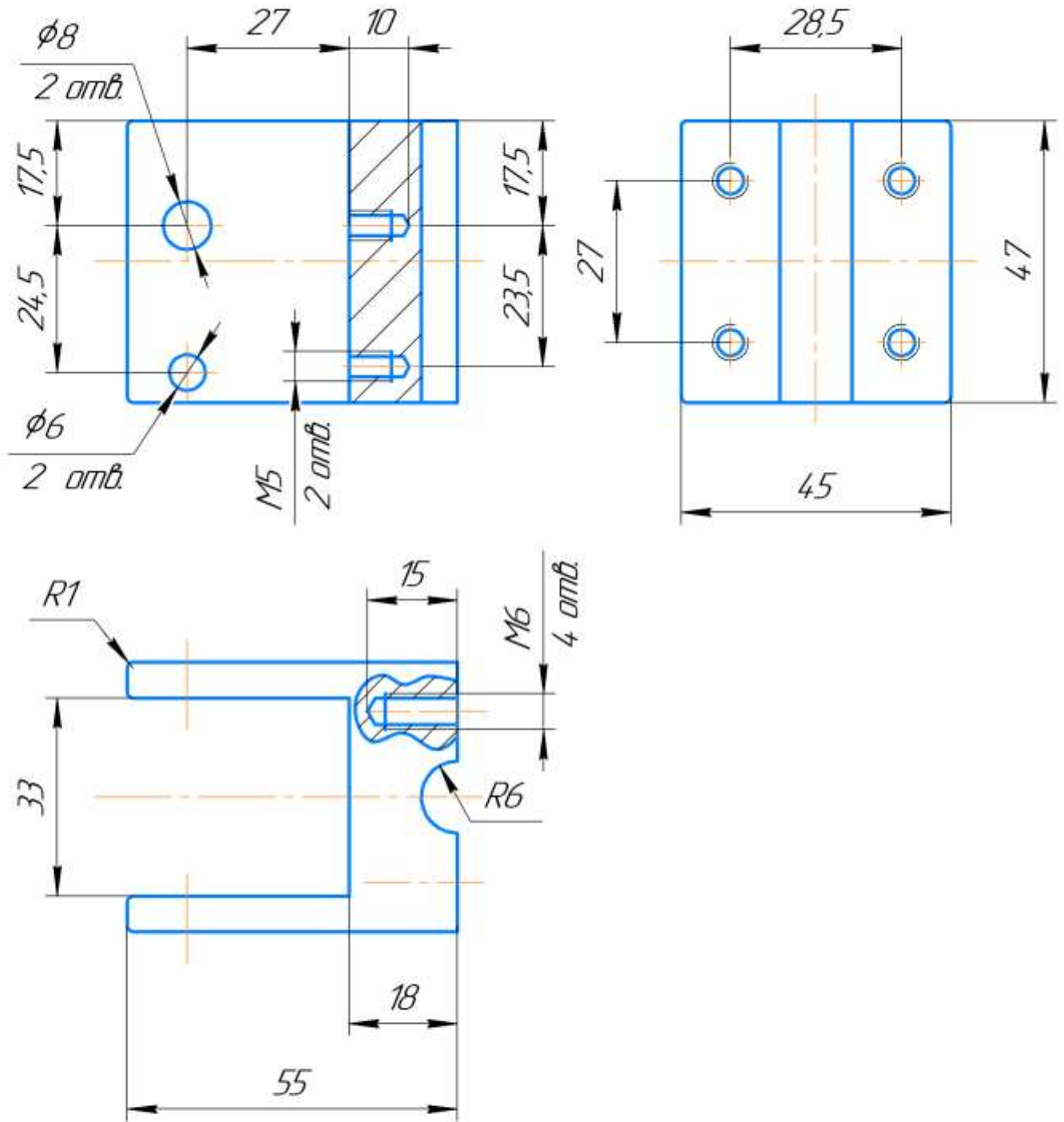
ФЮРА.683212.003

Рычаг
направляющий

Д16 ГОСТ 4784-97

Лист	Масса	Масштаб
	0,17	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.004



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен. Справ. № Подп. и дата Инв. № Инв. № докл. Инв. № докл. Возм. инв. № Подп. и дата Инв. № подл. Инв. № подл.

ФЮРА.683212.004

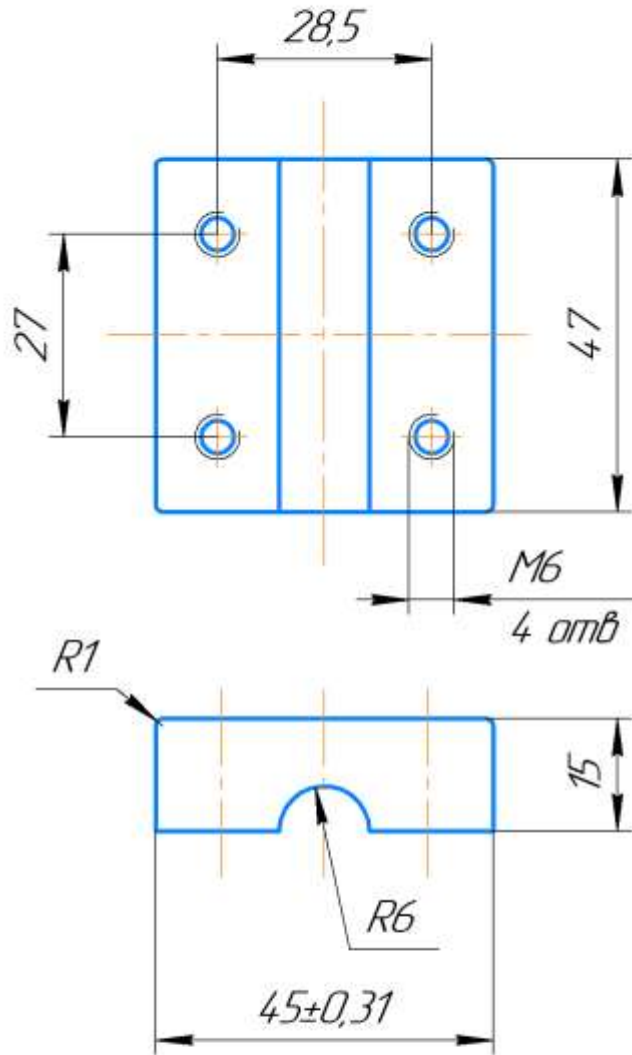
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Электрододержатель

БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78

Лист	Масса	Масштаб
	0,4	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.005



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № дудл. Подп. и дата. Стр. №. Перв. примен.

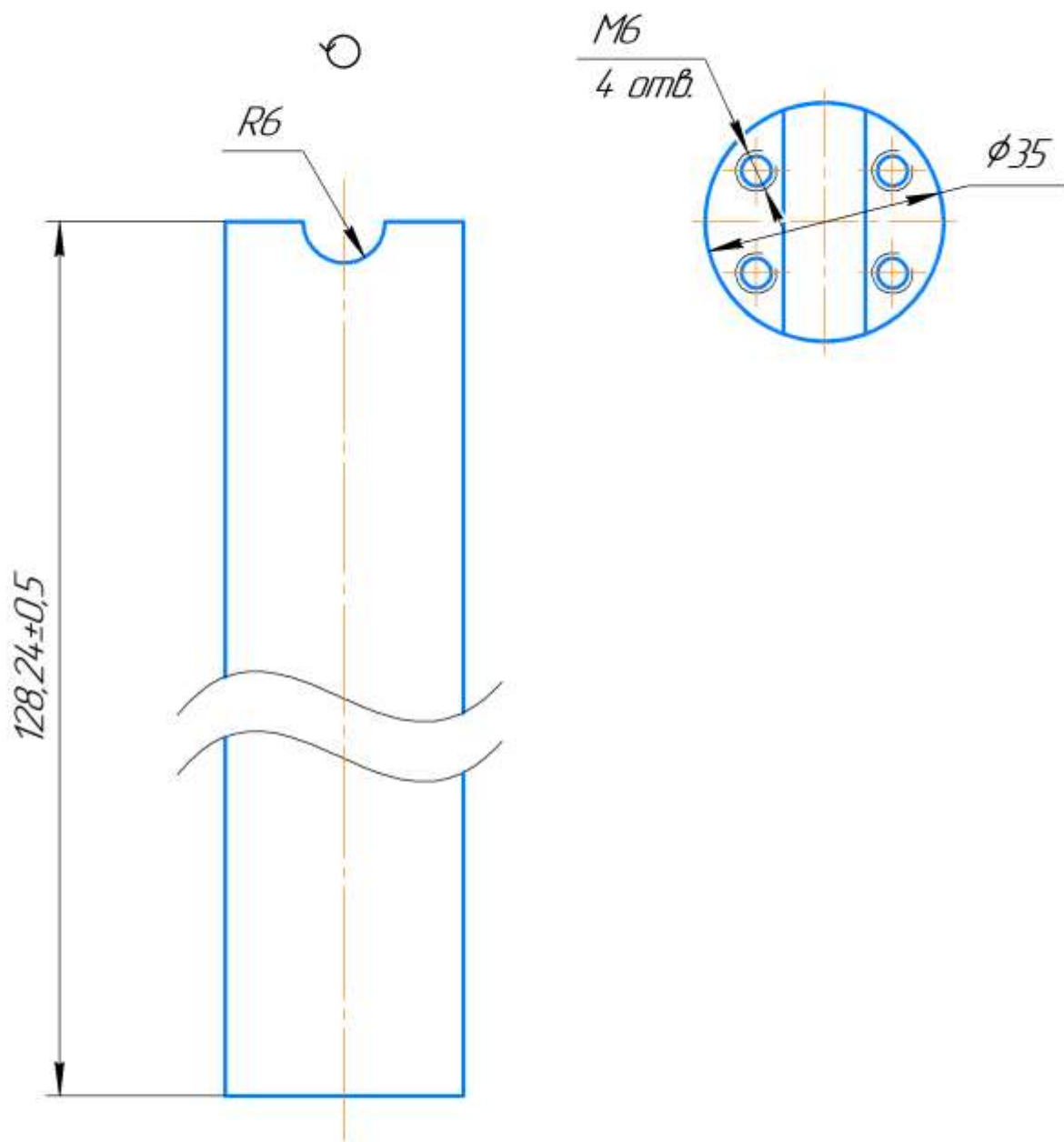
ФЮРА.683212.005

Фиксатор верхнего электрода

БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78

Лит.	Масса	Масштаб
	0,2	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.006



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. №, Лист, Разраб., Проб., Т.контр., Н.контр., Утв., Взам. инв. №, Инв. № дубл., Подп. и дата, Справ. №, Перв. примен.

ФЮРА.683212.006

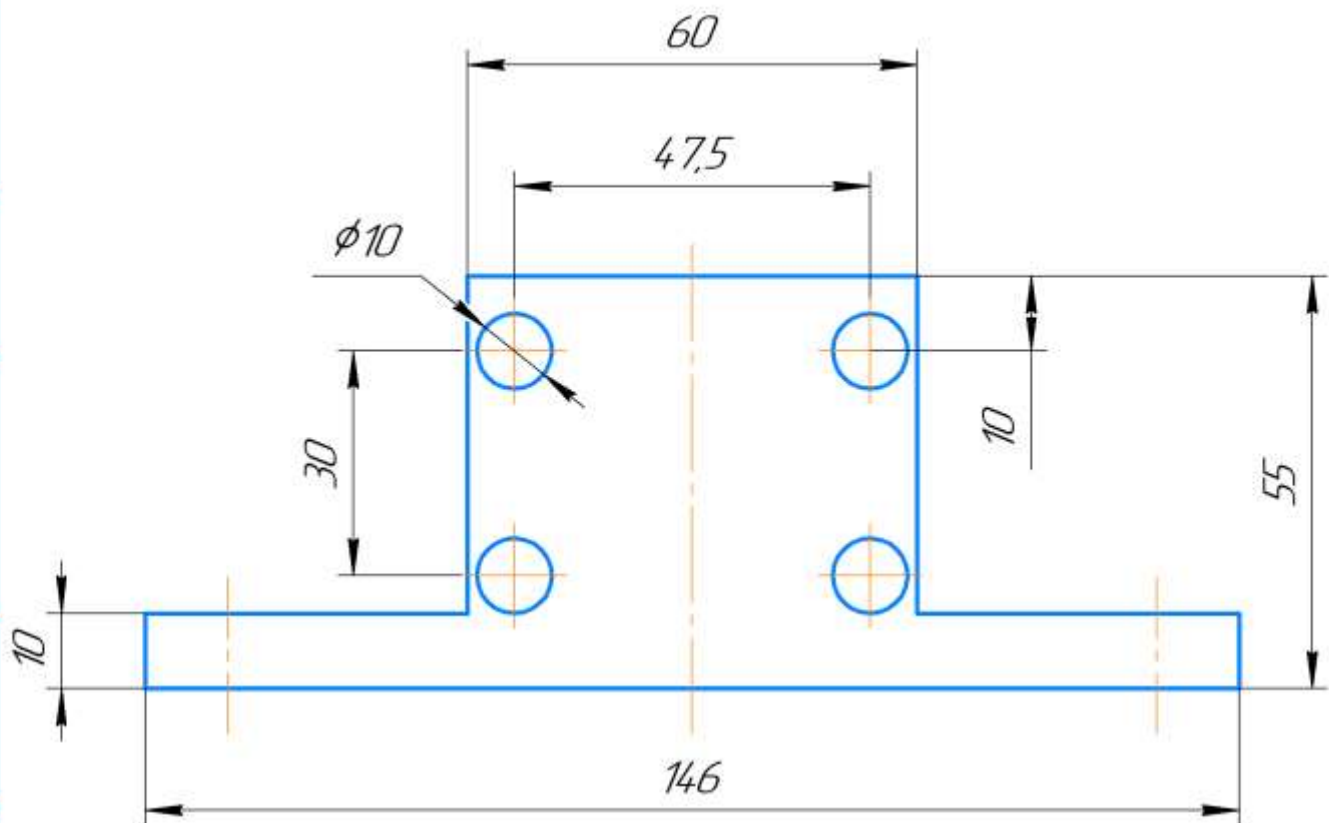
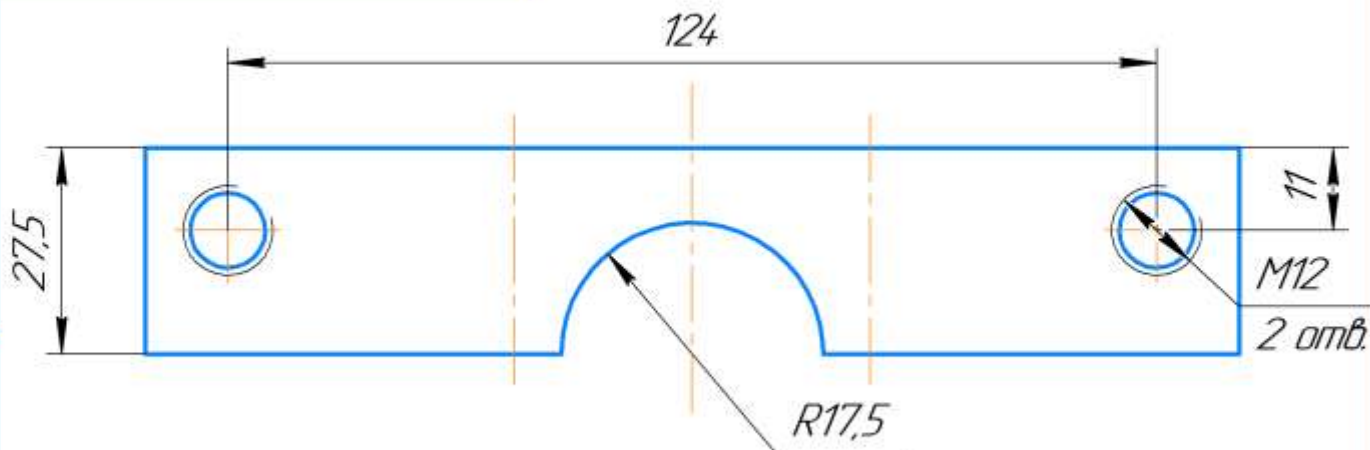
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Горьбинец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Нижний ходот

БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78

Лит.	Масса	Масштаб
	1,79	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.007



ФЮРА.683212.007

Изм.	Лист	№ докум	Подп	Дата
Разраб		Кузнецов		
Проб		Горьнец		
Т.контр				
И.контр				
Утв				

Верхняя колодка

Д16 ГОСТ 4784-97

Лист	Масса	Масштаб
	0,21	1:1
Лист	Листов	1

Перв. примен

Справ. №

Подп и дата

И.контр

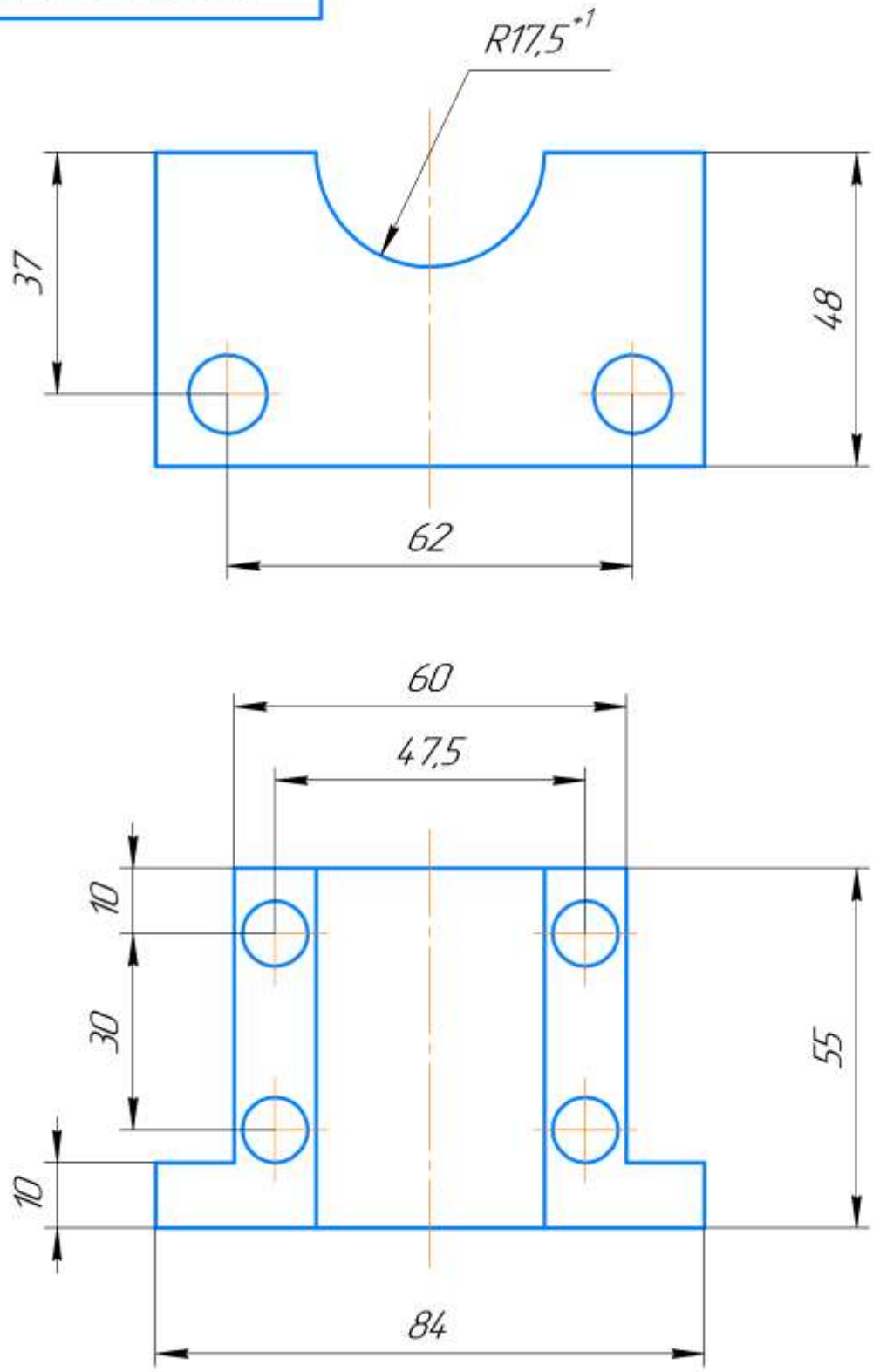
Утв

Изм

Лист

№ докум

ФЮРА.683212.008



ФЮРА.683212.008

Колодка нижняя

Д16 ГОСТ 4784-97

Лит.	Масса	Масштаб
	0,35	1:1
Лист		Листов 1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Горбынец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

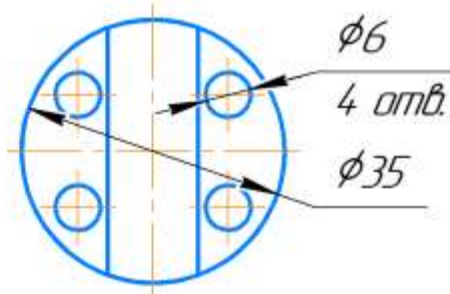
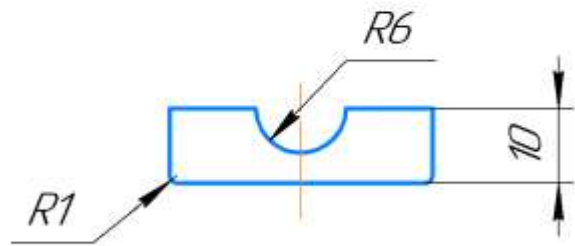
Инд. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

ФЮРА.683212.009



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Перв. примен.

Стрел. №

Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

ФЮРА.683212.009

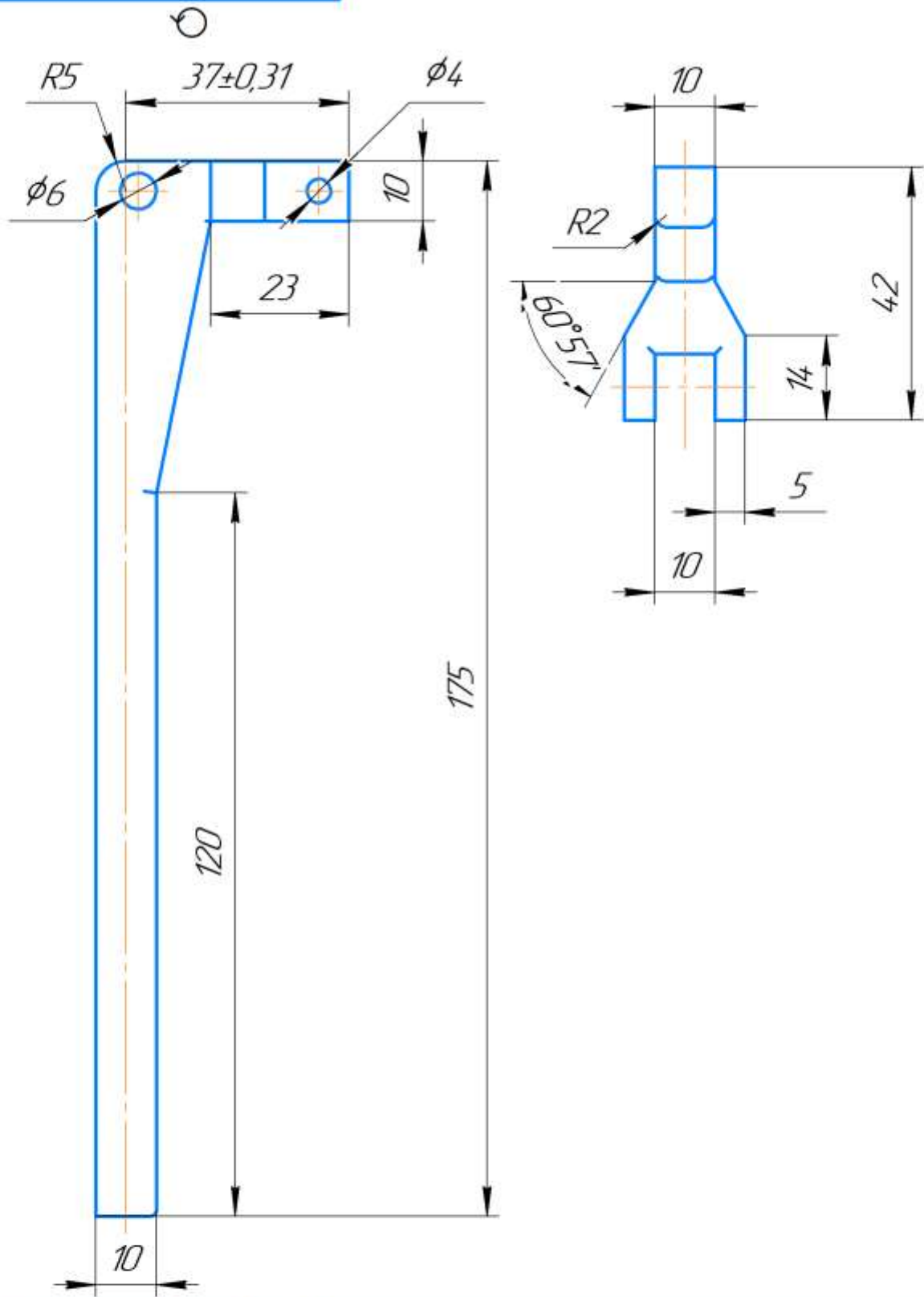
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Фиксатор нижнего электрода

БРАЖ9-4 ГОСТ 18175-78

Лист	Масса	Масштаб
	0,05	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.010



ФЮРА.683212.010

Курок

Д16 ГОСТ 4784-97

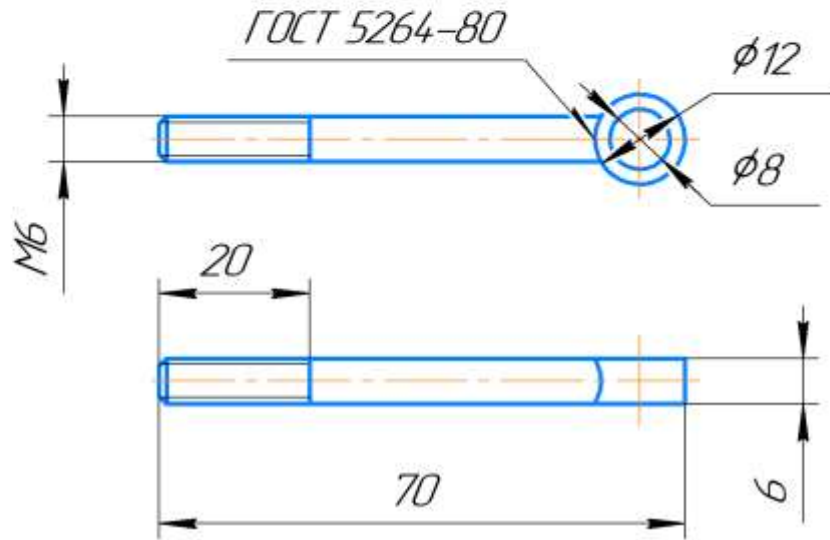
Лит.	Масса	Масштаб
	0,06	1:1
Лист	Листов	1

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен. Стр. № Подп. и дата Инв. № докум. Изм. инв. №

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Горьинец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА.683212.011



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Стр. №: _____
 Подп. и дата: _____
 Инв. № дудл: _____
 Возм. инв. №: _____
 Инв. № подл: _____

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Кузнецов		
		Гордынец		

ФЮРА.683212.011			
Регулировочный болт	Лист	Масса	Масштаб
	1	0,02	1:1
Сталь 10 ГОСТ 1050-2013		Листов	1

ФЮРА.683212.012

Перв. примен.

Справ. №

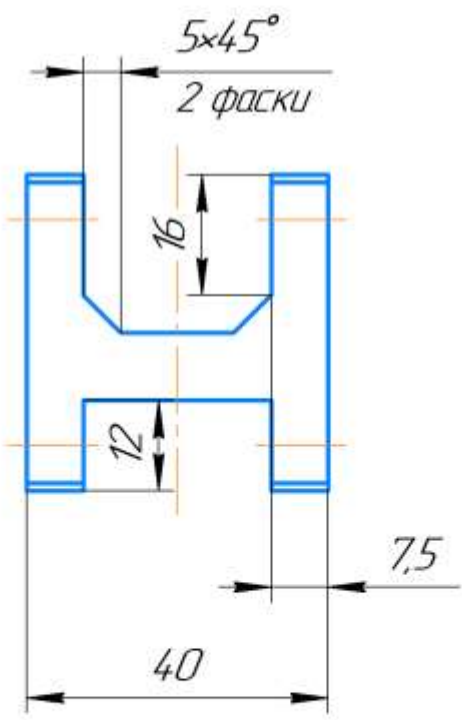
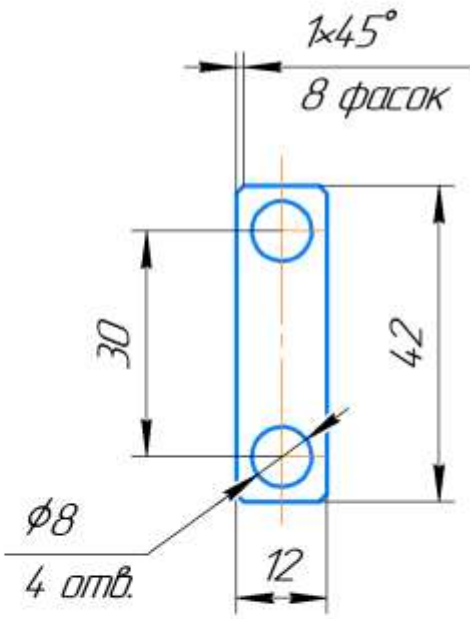
Подп. и дата

Инд. № дудл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



ФЮРА.683212.012

Верхний рычаг

Сталь 65Г ГОСТ 2590-2006

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Лит.	Масса	Масштаб
	0,07	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.013

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Перв. примен.

Справ. №

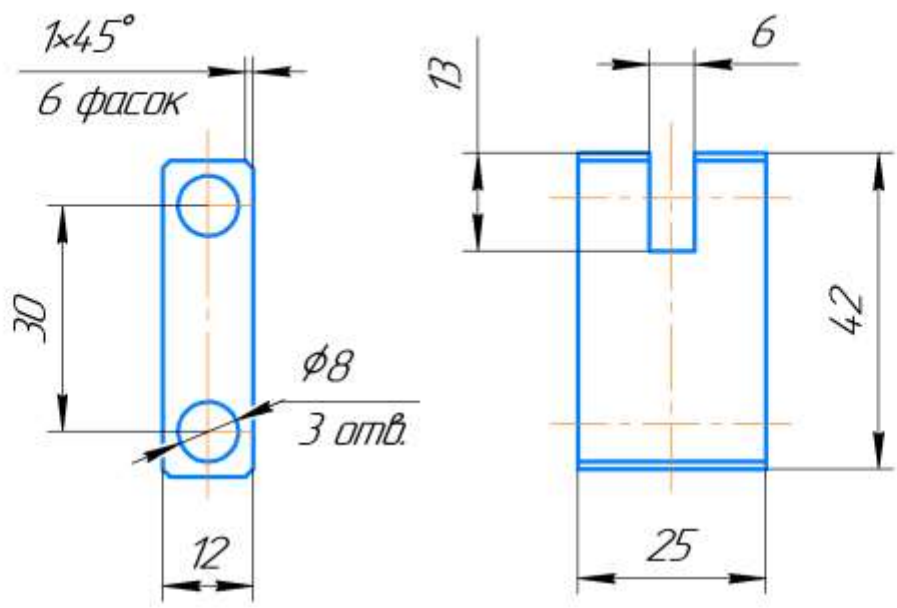
Подп. и дата

Изм. № дудл

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл



ФЮРА.683212.013

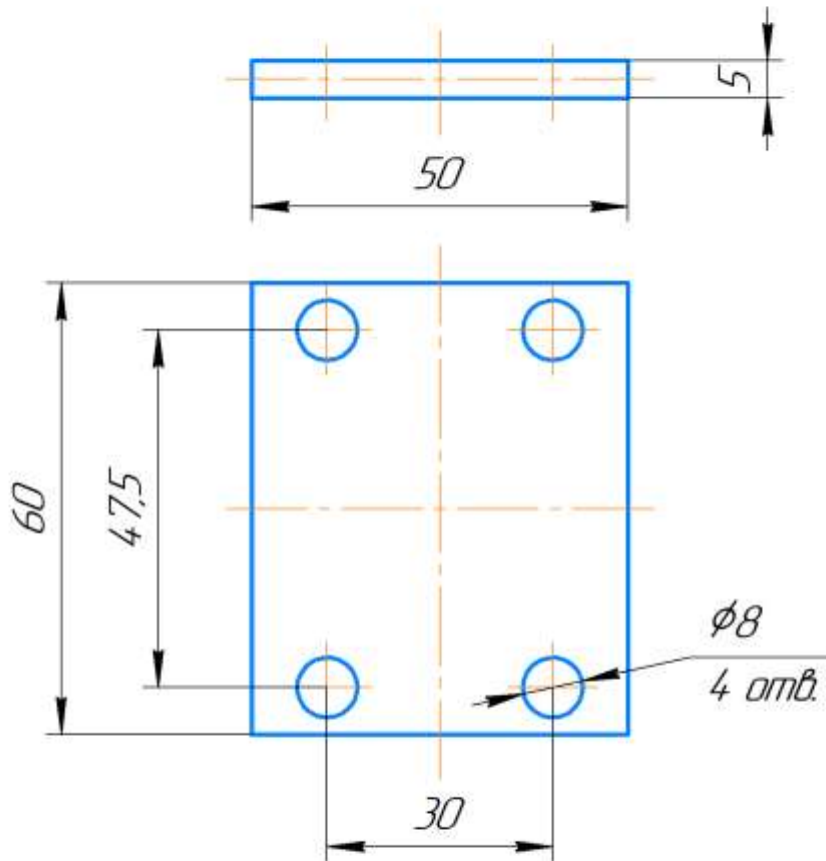
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Нижний рычаг

Сталь 65Г ГОСТ 2590-2006

Лит.	Масса	Масштаб
	0,07	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.014



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Стр. №
Перв. примен.
Подп. и дата
Инд. № дроб.
Взам. инв. №
Инд. № подл.

ФЮРА.683212.014

Диэлектрическая
пластина

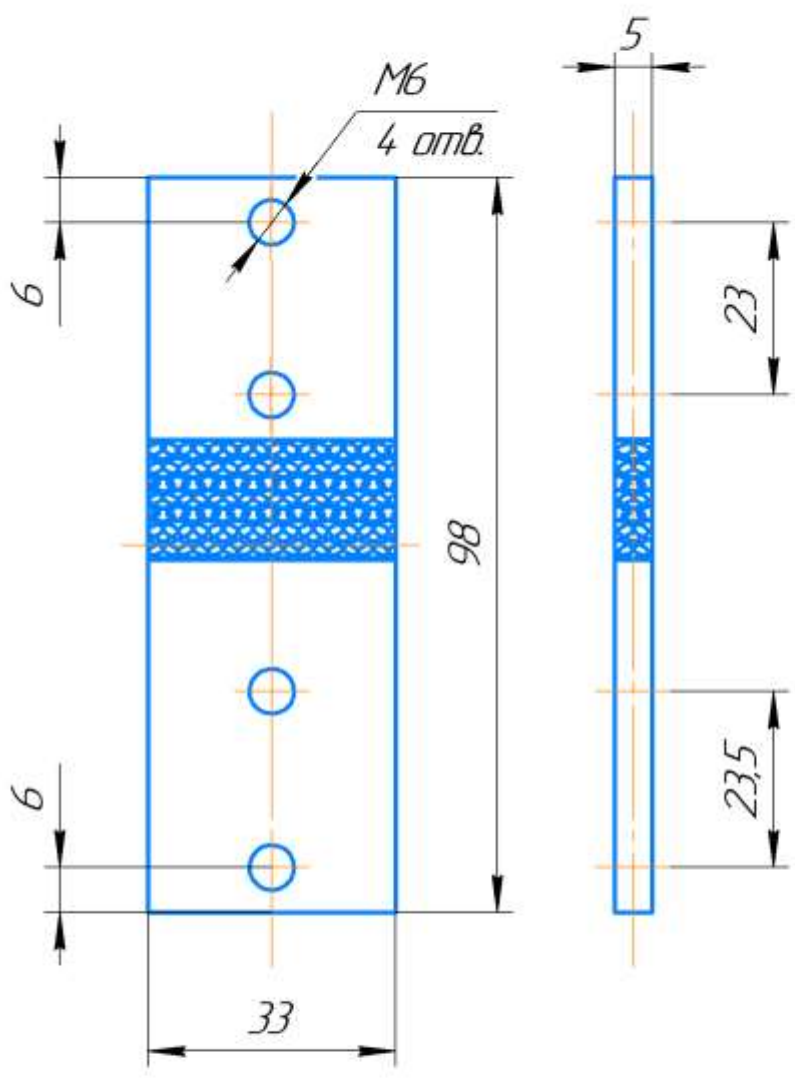
Текстолит ГОСТ 2910-74

Лист	Масса	Масштаб
	0,03	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.015

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Стр. №	Перв. примен.
Подп. и дата	Подп. и дата
Изм. № докум.	Изм. № докум.
Взам. инв. №	Взам. инв. №
Изм. № докум.	Изм. № докум.
Изм. № докум.	Изм. № докум.



ФЮРА.683212.015

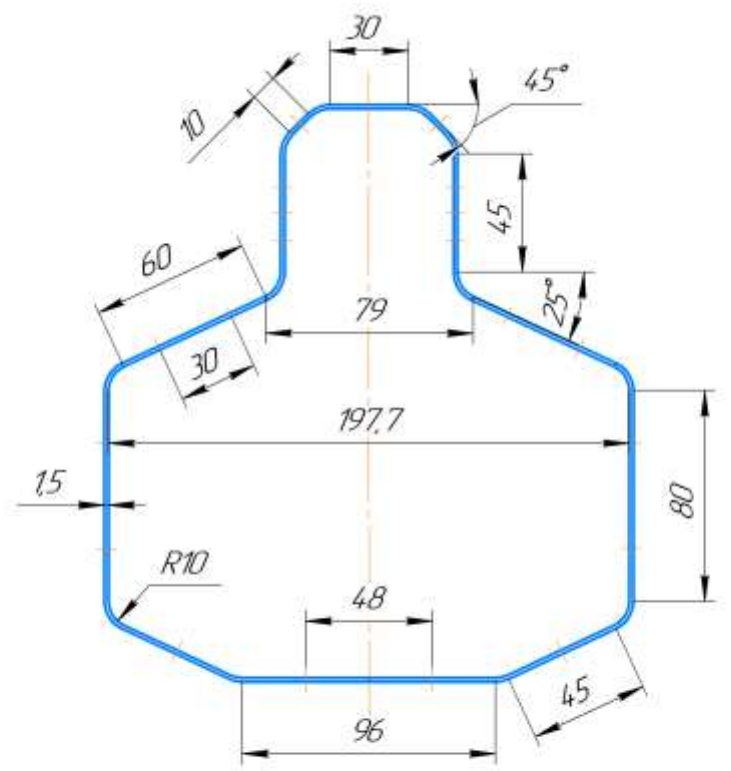
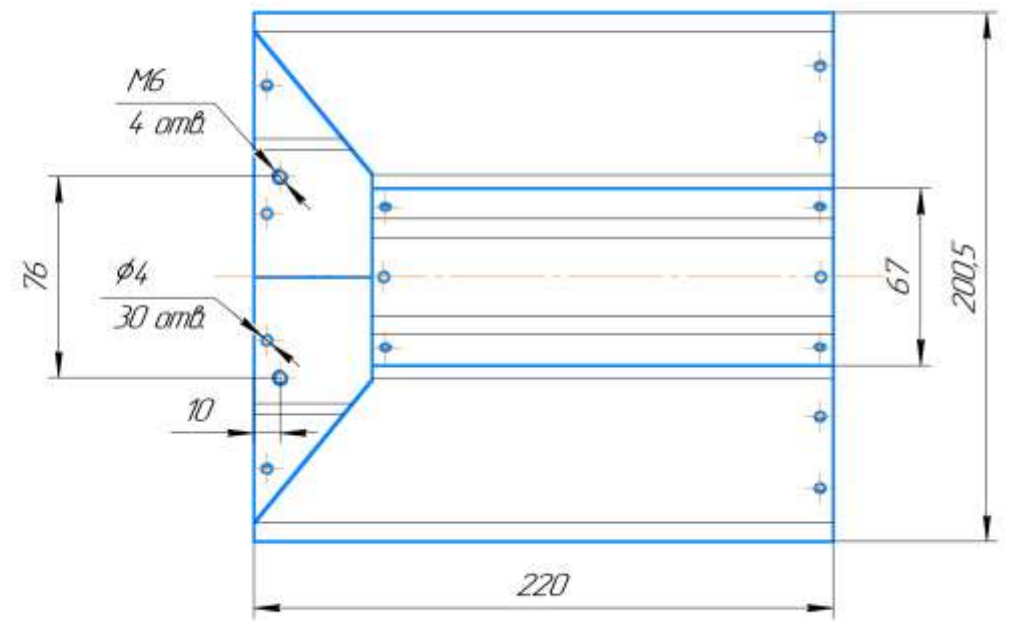
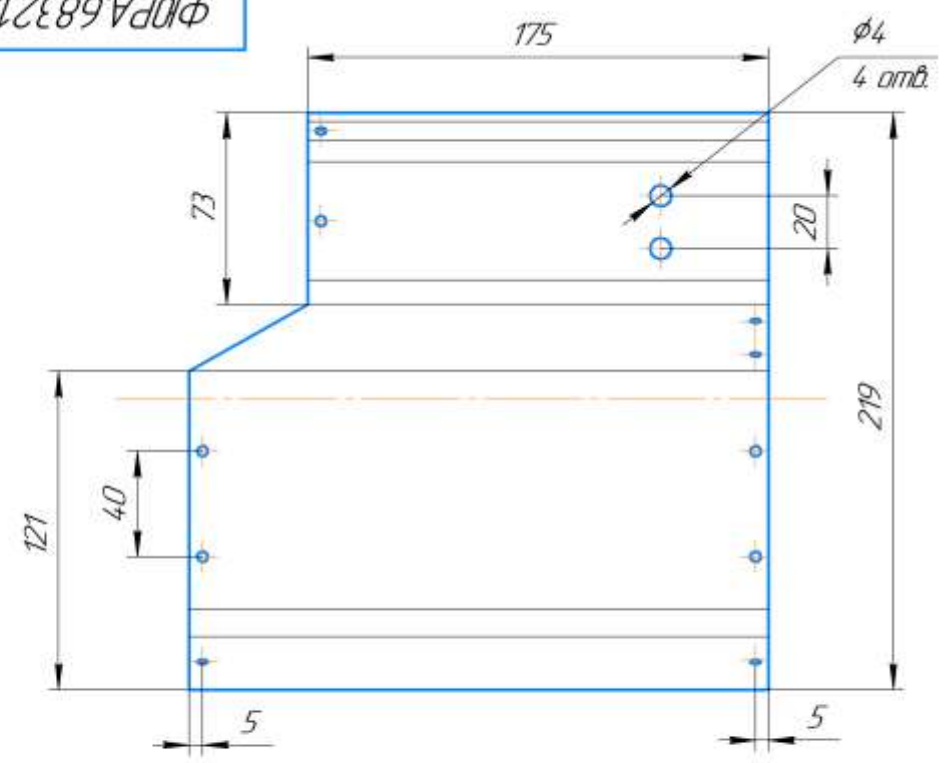
Гибкая шина
электрододержателя

ШММ ГОСТ 434-78

Лит.	Масса	Масштаб
	0,11	1:1
Лист	Листов	1

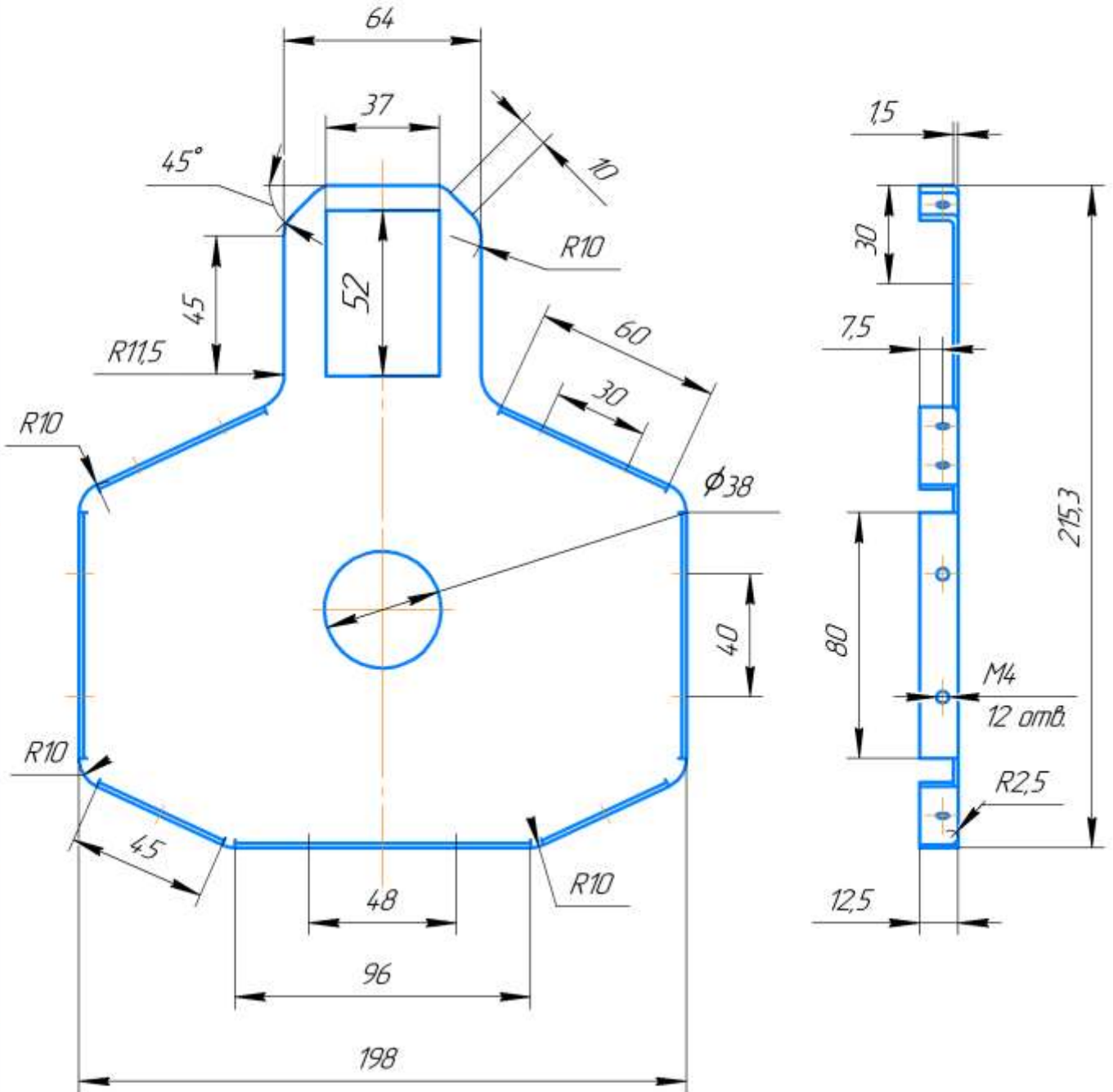
КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Имя № листа: _____ Имя № докум: _____ Имя № файла: _____
 Дата: _____ Подп: _____ Дата: _____
 Имя № листа: _____ Имя № докум: _____ Имя № файла: _____
 Дата: _____ Подп: _____ Дата: _____

ФЮРА.683212.016



				ФЮРА.683212.016			
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разработ		Кураченко				0,61	2:1
Пров		Гордынец			Лист	Листов	1
Т.контр.							
И.контр.							
Утв.							
					Каркас корпуса		
					Д16 ГОСТ 4784-97		
					Копировал		Формат А3

ФЮРА.683212.017



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.

Стр. №

Подп. и дата

И.в. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

И.в. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Кузнецов		
		Гордынец		

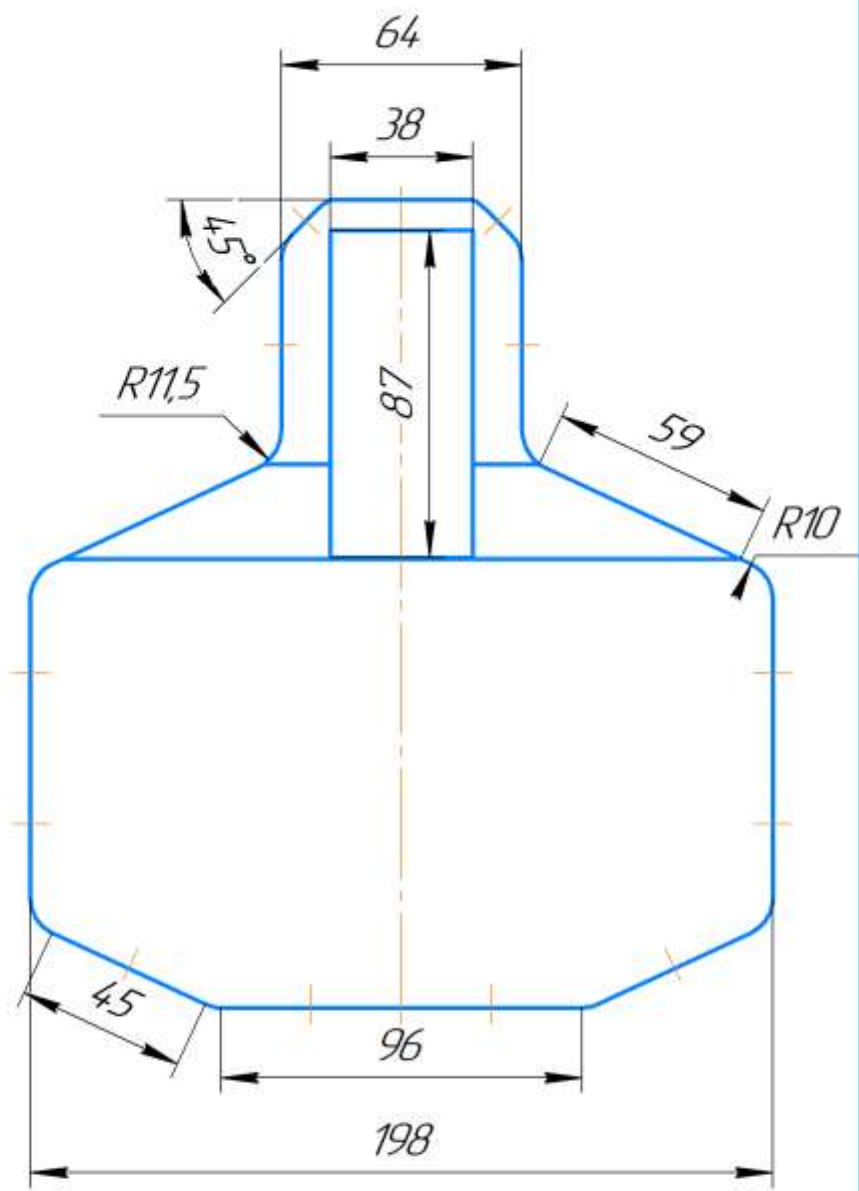
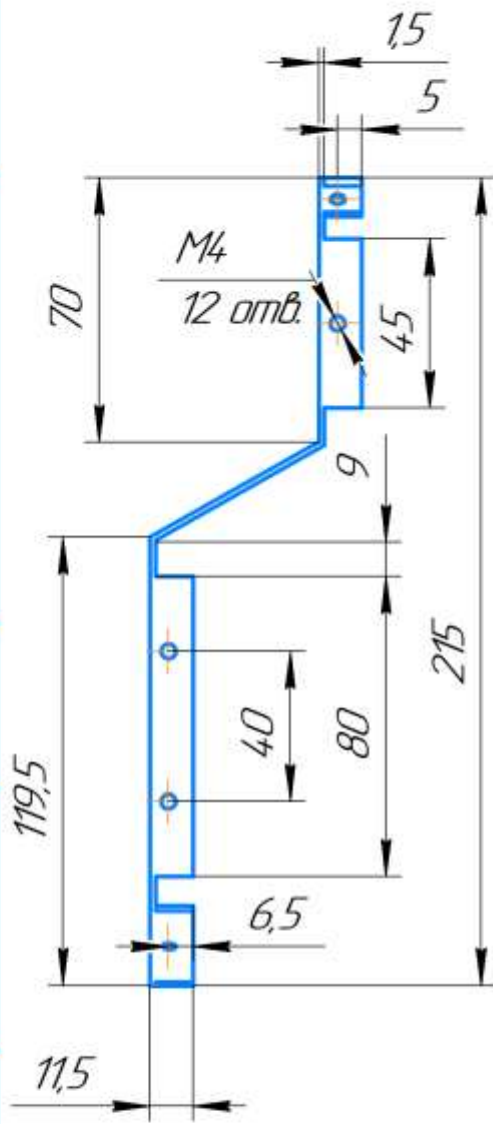
ФЮРА.683212.017

Передняя стенка
корпуса

Д16 ГОСТ 4784-97

Лист	Масса	Масштаб
	0,13	2:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.018



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
---------------	----------	--------------	---------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Горьбинец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА.683212.018

Задняя стенка
корпуса

Д16 ГОСТ 4784-97

Лист	Масса	Масштаб
	0,14	2:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.019

Перв. примен.

Стр. №

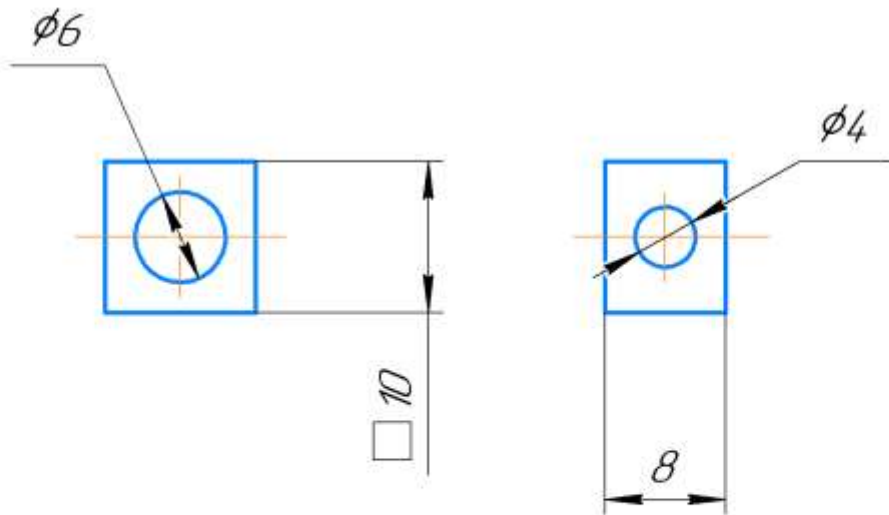
Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



ФЮРА.683212.019

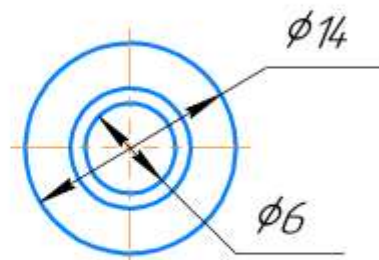
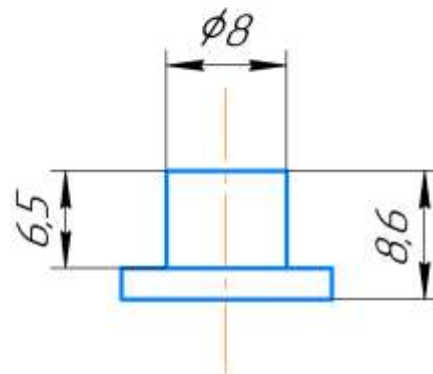
Шарнир

Сталь 10 ГОСТ 1050-2013

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Лист	Масса	Масштаб
	0	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.020



КОМПАС-3D v17.1 учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

И-в. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА.683212.020

Капролоновая
шайба ручки

Капролон ГОСТ 7850-86

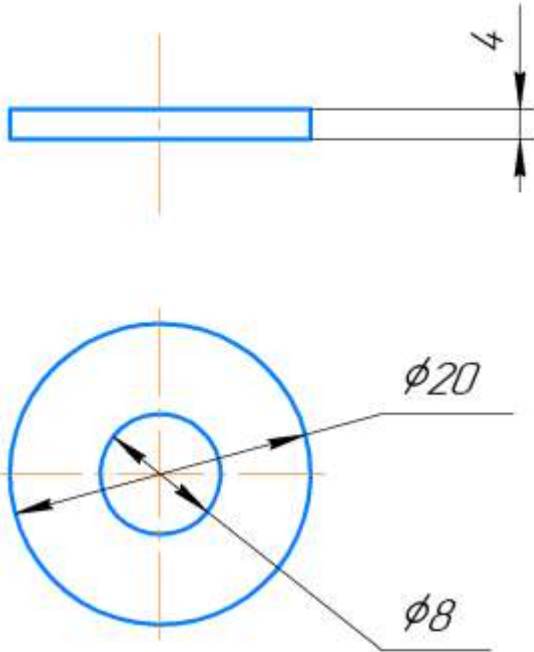
Лист	Масса	Масштаб
	0	2:1
Лист	Листов	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФЮРА.683212.021 Шаїда Капрлон ГОСТ 7850-86	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.			Кузнецов				0	2:1
Проб.			Гордынец					
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.								
Утв.								

Справ. №

Перв. примен.

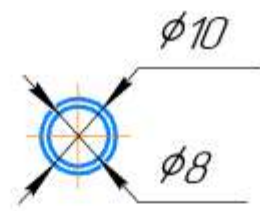
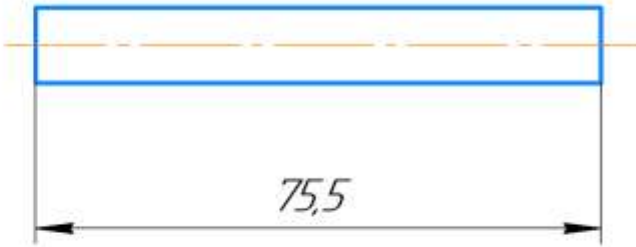
ФЮРА.683212.021



ФЮРА.683212.022

Перв. примен.

Справ. №



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

ФЮРА.683212.022

Втулка

Капралон ГОСТ 7850-86

Лист	Масса	Масштаб
	0	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА-683212.023

Перв. примен.

Справ. №

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

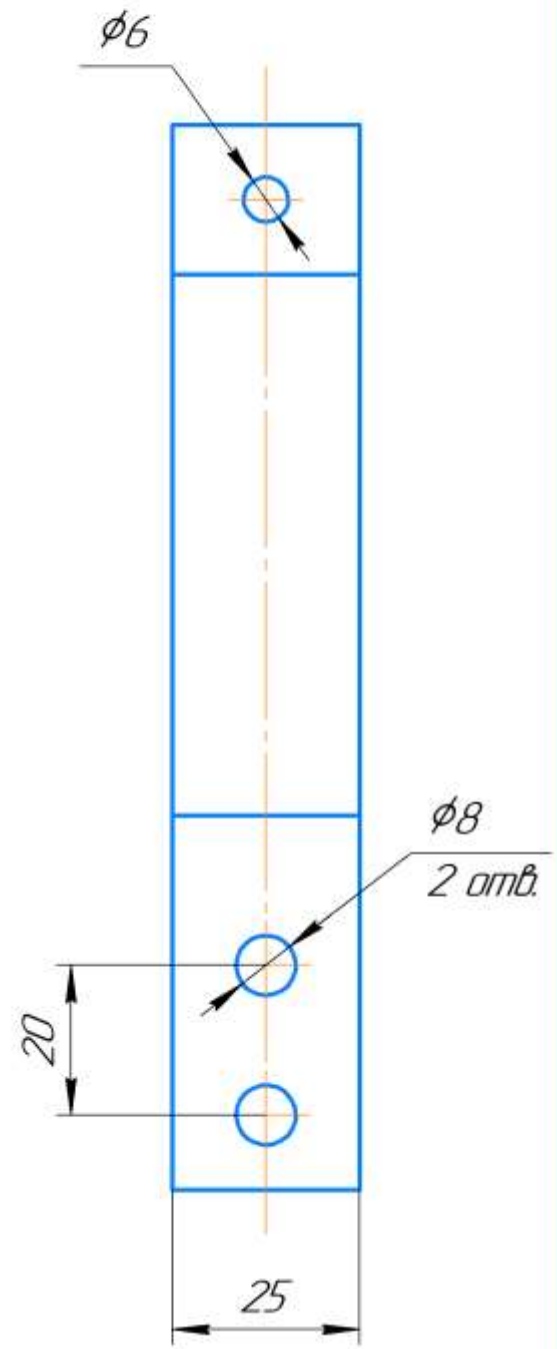
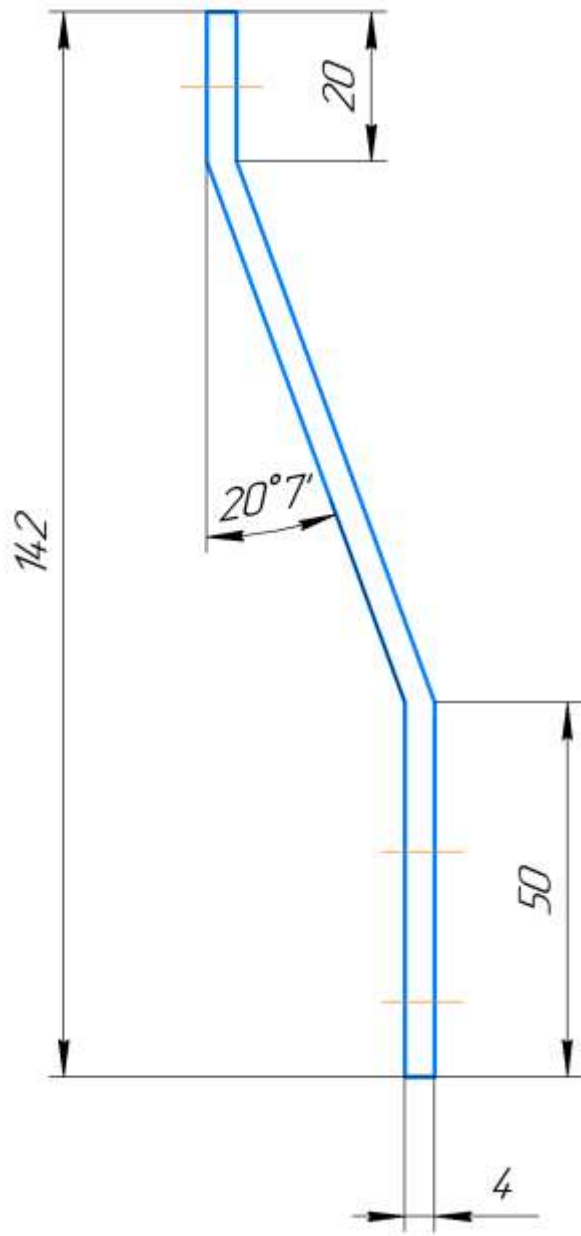
Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



ФЮРА-683212.023

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Крепление ручки

Д16 ГОСТ 4784-97

Лист	Масса	Масштаб
	0,08	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.024

Перв. примен.

Справ. №

КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

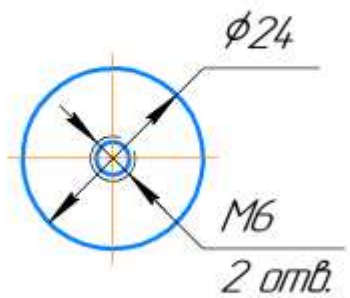
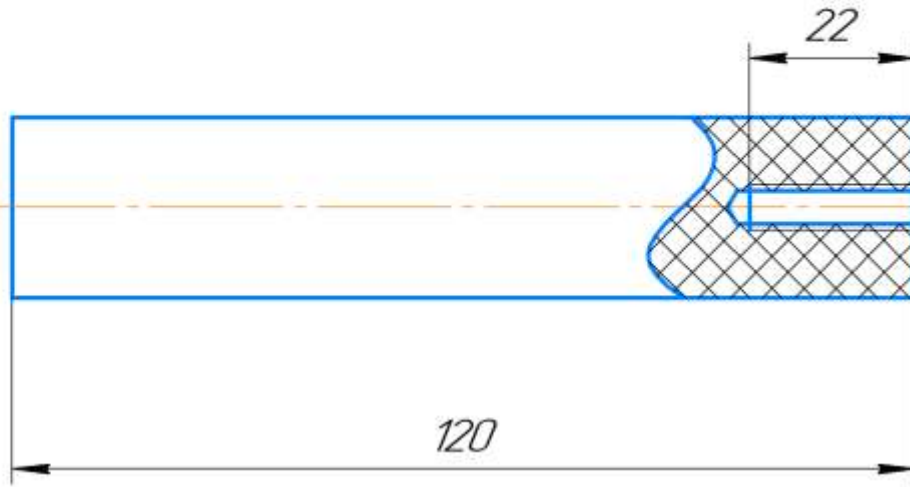
Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



120

22

φ24

M6

2 отв.

ФЮРА.683212.024

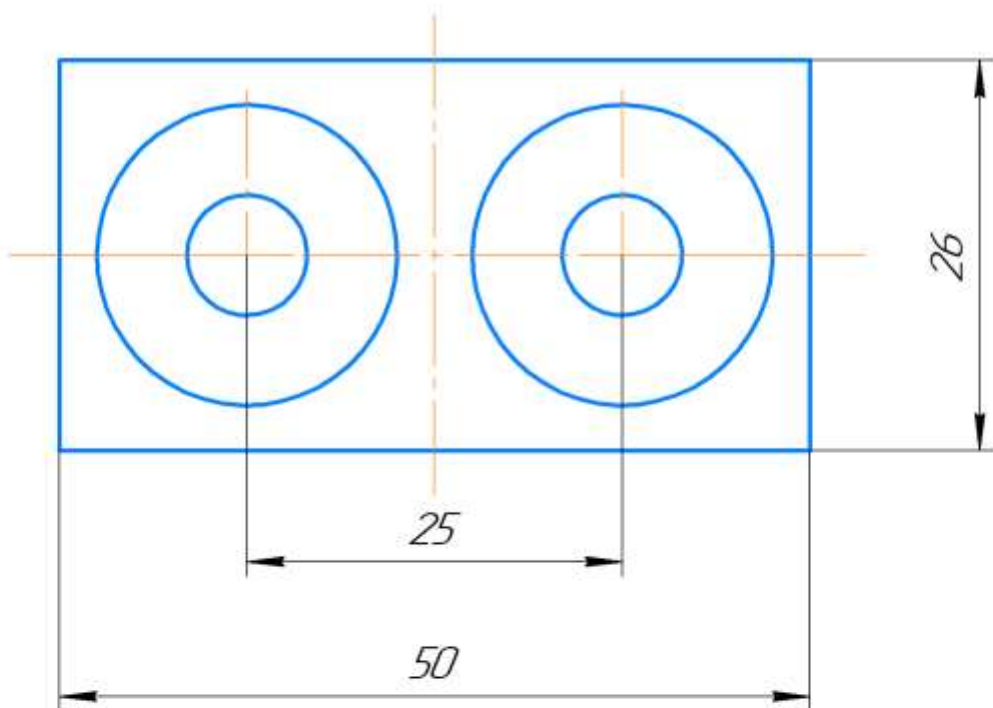
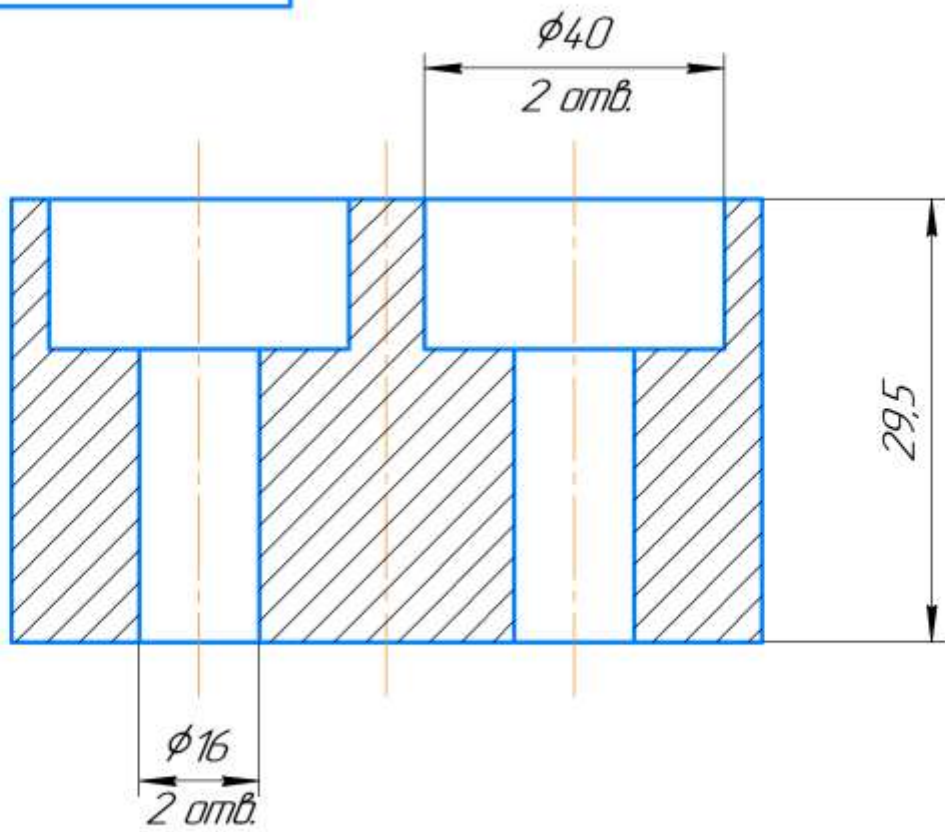
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Пров.		Гордынец		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Ручка станины

Полипропилен ГОСТ 26996-86

Лист	Масса	Масштаб
	0,05	1:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.025



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Горьбунец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Горьбунец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

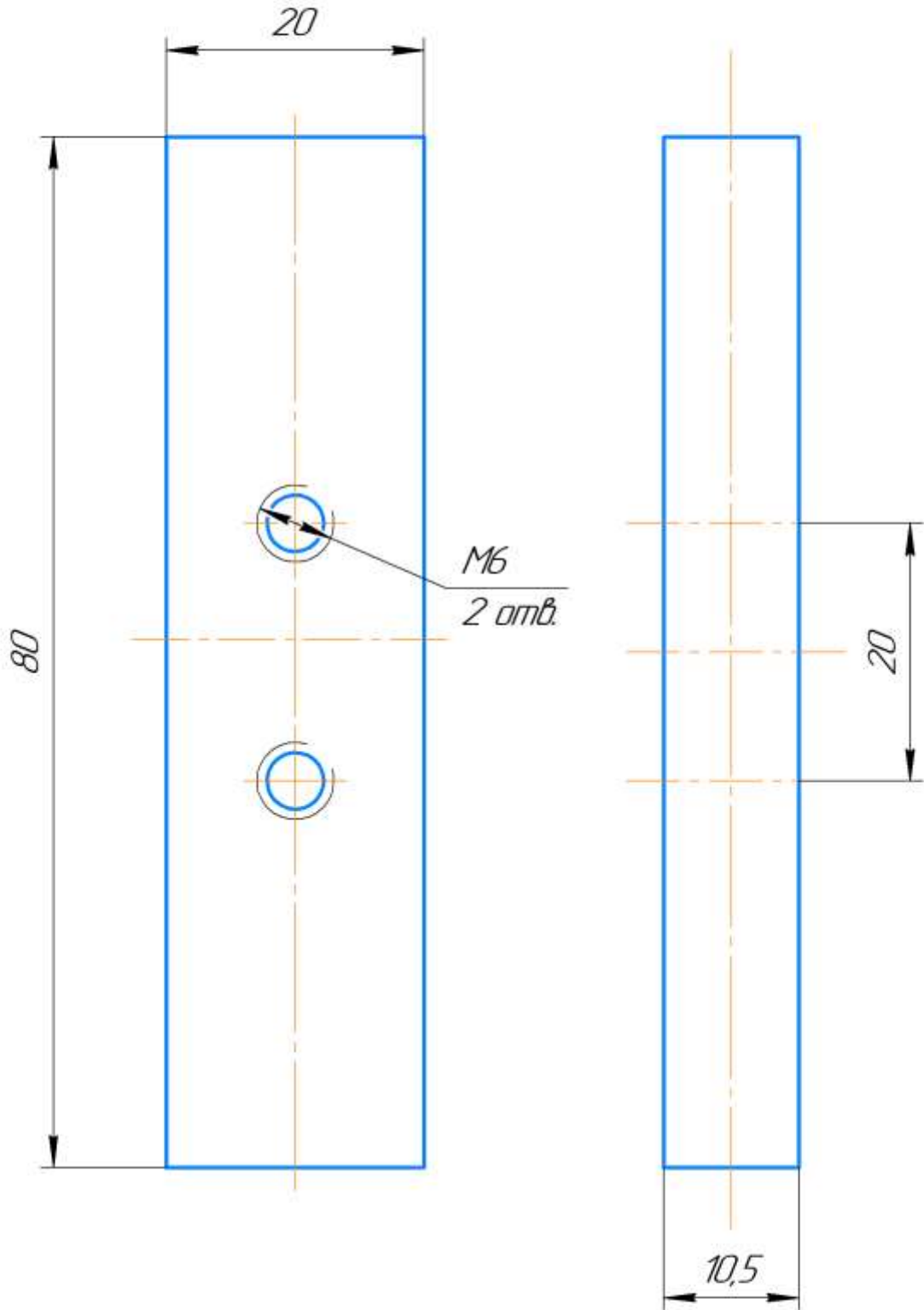
ФЮРА.683212.025

Опора станины

Капралон ГОСТ 7850-86

Лист	Масса	Масштаб
	0,03	2:1
Лист	Листов	1

ФЮРА.683212.026



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

ФЮРА.683212.026

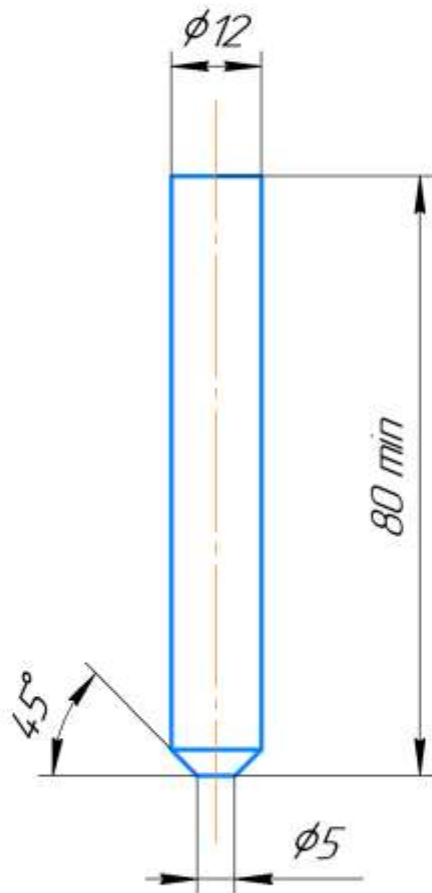
Конденсаторная
опора

Капролон ГОСТ 7850-86

Лист	Масса	Масштаб
	0,01	2:1
Лист	Листов	1

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
И.контр. № докум.
Взам. инв. №
Подп. и дата

ФЮРА.683212.027



КОМПАС-3D v17.1 Учебная версия © 2017 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Лист примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузнецов		
Проб.		Гордынец		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

ФЮРА.683212.027

Электрод

БрХ ГОСТ 14111-90

Лист	Масса	Масштаб
	0,07	1:1
Лист	Листов 1	